



**Universidad Científica del Perú - UCP**  
*Registrado en el Asiento N° A00010 de la Partida N° 11000318, Personas Jurídicas de Iquitos,  
Superintendencia de los Registros Públicos - SUNARP*

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA  
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

**TÍTULO PROFESIONAL**  
**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**  
**(Sustentación de Caso)**

“Diseño de ecobloques para muro de viviendas, utilizando la fibra de coco como elemento disipador de energía térmica, Distrito de Tarapoto, Provincia y Departamento de San Martín - 2019”

**PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE:**  
**Ingeniero Civil**

**AUTOR (es): Gian Carlos Piñin Sánchez**  
**Luis Alberto Mozombite Gonzales**

**ASESOR : M.Sc. Ing° Caleb Ríos Vargas**

**Tarapoto - San Martín - Perú**  
**2019**

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de investigación lo dedicamos en primer lugar a Dios por darnos la salud y las ganas de seguir adelante para luchar por nuestros sueños.

A nuestros padres por darnos la vida y apoyarnos en cada uno de los momentos más difíciles de nuestra vida universitaria.

A programa Beca 18, por darnos la oportunidad de poder estudiar una carrera universitaria y de esa manera salir adelante y ser el orgullo de nuestros padres y de la sociedad.

A los docentes de la Universidad Científica del Perú, por sus enseñanzas las cuales nos harán personas de bien cada día y con un enriquecido conocimiento que demostraremos siempre.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecimiento especial al Ingeniero Caleb Ríos Vargas por el apoyo en la ejecución del proyecto de investigación que presentaremos para optar nuestro título profesional.

Al ingeniero Ulises Irigoín Cabrera, asesor externo de nuestro proyecto de investigación, gracias por saber guiarnos por los caminos correctos hacia el desarrollo del proyecto en sí.

Al ingeniero Robert Navarro, asesor técnico de nuestro proyecto, el agradecimiento a su persona por apoyarnos en la realización de los ensayos de laboratorio necesarios para llegar a los resultados óptimos.

Al programa beca 18 por brindarnos una oportunidad de seguir estudiando y demostrando nuestras capacidades.

A la Universidad Científica del Perú, por apoyarnos en la elaboración de los ensayos que incluye nuestro proyecto de investigación.

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

Con Resolución Decanal N° 567 -2019- UCP - FCEI del 11 de julio de 2019, la **FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP** designa como Jurado Evaluador y Dictaminador de la Sustentación del Trabajo de Suficiencia Profesional a los Señores:

- Ing. Enrique Napoleón Martínez Quiroz, M. Sc. Presidente
- Ing. Luz Claudia Navarro Del Águila. Mtra. Miembro
- Ing. Andrés Pinedo Delgado, Mg. Miembro

En la ciudad de Tarapoto, siendo las 09:00 am, del día Lunes 22 de julio de 2019, en las instalaciones de la UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP, se constituyó el Jurado para escuchar la sustentación y defensa del Trabajo de Suficiencia Profesional:

**“DISEÑO DE ECOBLOQUES PARA MURO DE VIVIENDAS, UTILIZANDO LA FIBRA DE COCO COMO ELEMENTO DISIPADOR DE ENERGÍA TÉRMICA, DISTRITO DE TARAPOTO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN- 2019”**

Presentado por los sustentantes:

**GIAN CARLOS PIÑIN SÁNCHEZ Y LUIS ALBERTO MOZOMBITE GONZALES**

Asesor: Ing. Caleb Rios Vargas, M.Sc.

Como requisito para optar el título profesional de: **Ingeniero Civil.**

Luego de escuchar la Sustentación y formuladas las preguntas las que fueron:..... ABSUELTAS .....

El jurado después de la deliberación en privado llegó a la siguiente conclusión:

Por lo que la Sustentación es: ..... APROBADA POR MAYORÍA .....

En fe de lo cual los miembros del jurado firman el acta.



Miembro



Presidente



Miembro

CALIFICACIÓN:	Aprobado (a) Excelencia	: 19 - 20
	Aprobado (a) Unanimidad	: 16 - 18
	Aprobado (a) Mayoría	: 13 - 15
	Desaprobado (a)	: 00 - 12

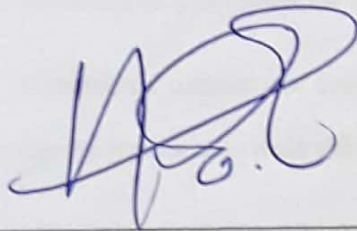
# APROBACIÓN

Tesis sustentada en acto público el día 22 de Julio a las 10:00 am del 2019



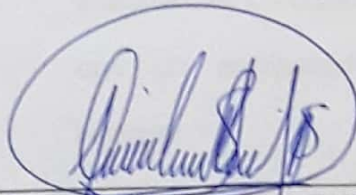
ING. ENRIQUE NAPOLEÓN MARTINEZ QUIROZ, M. Sc.

PRESIDENTE DEL JURADO



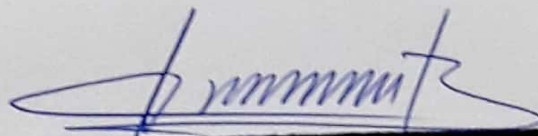
ING. CLAUDIA NAVARRO DEL ÁGUILA. Mtra.

MIEMBRO DEL JURADO



ING. ANDRÉS PINEDO DELGADO, Mg.

MIEMBRO DEL JURADO



**M SCING° CALEB RÍOS VARGAS  
ASESOR**

## ÍNDICE

<b>RESUMEN.....</b>	<b>1</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>2</b>
<b>CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>3</b>
<b>1.1. Realidad Problemática.....</b>	<b>3</b>
<b>1.2. Objetivos.....</b>	<b>4</b>
1.2.1. Objetivo General .....	4
1.2.2. Objetivos Específicos .....	4
<b>1.3. Justificación.....</b>	<b>4</b>
<b>1.4. Limitaciones.....</b>	<b>4</b>
<b>CAPÍTULO II: MARCO REFERENCIAL.....</b>	<b>5</b>
<b>2.1. Antecedentes.....</b>	<b>5</b>
<b>2.2. Definiciones teóricas .....</b>	<b>9</b>
2.2.1. Generalidades del coco .....	9
2.2.2. Fibra de coco.....	13
2.2.3. Generalidades del bloque de concreto.....	20
2.2.4. Principios de la Termodinámica.....	34
2.2.5. Albañilería.....	37
2.2.6. Ensayos a realizarse para el diseño del ecobloque.....	38
2.2.7. Cemento Portland.....	40
2.2.8. Agua.....	42
<b>2.3. Definición de términos básicos.....</b>	<b>42</b>
<b>CAPÍTULO III: MATERIAL Y MÉTODOS.....</b>	<b>44</b>
<b>3.1. Materiales.....</b>	<b>44</b>
<b>3.2. Metodología .....</b>	<b>48</b>
3.2.1. Diseño de la investigación .....	48
3.2.2. Variables, operacionalización .....	48
3.2.3. Población y Muestra.....	50
3.2.4. Técnica, instrumentos y procedimiento de recolección de datos. ....	51
3.2.5. Criterios de inclusión y exclusión.....	51
<b>CAPÍTULO IV: RESULTADOS.....</b>	<b>52</b>
<b>4.1. Ensayo de Termogravimetría de la fibra de coco .....</b>	<b>52</b>
<b>3.3. Ensayo del agregado fino.....</b>	<b>53</b>
<b>3.4. Diseño de mezcla del ecobloque con fibra de coco .....</b>	<b>54</b>
<b>3.5. Control de calidad del ecobloque.....</b>	<b>59</b>
3.5.1. Dimensionamiento .....	59

3.5.2.	Alabeo.....	59
3.5.3.	Absorción del agua.....	60
3.5.4.	Resistencia a la compresión a 7, 14 y 28 días.....	61
<b>3.6.</b>	<b>Ensayo para demostrar que el ecobloque es un elemento disipador de energía térmica .</b>	<b>68</b>
<b>CAPÍTULO V: DISCUSIÓN.....</b>		<b>74</b>
<b>CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES.....</b>		<b>77</b>
<b>VII: RECOMENDACIONES.....</b>		<b>78</b>
<b>VIII: BIBLIOGRAFÍA.....</b>		<b>80</b>
<b>IX: ANEXOS.....</b>		<b>83</b>
<b>9.1.</b>	<b>Cantera de la extracción del coco .....</b>	<b>83</b>
<b>9.2.</b>	<b>Ensayos de laboratorio del agregado fino y de la fibra de coco.....</b>	<b>85</b>
<b>9.3.</b>	<b>Proceso de extracción de la fibra de coco .....</b>	<b>99</b>
<b>9.4.</b>	<b>Procedimiento de diseño y fabricación del Ecobloque.....</b>	<b>101</b>
<b>9.5.</b>	<b>Ensayos de control de calidad del ecobloque.....</b>	<b>107</b>
<b>9.6.</b>	<b>Ensayo para demostrar la disipación del calor .....</b>	<b>112</b>
<b>9.7.</b>	<b>Dosificación.....</b>	<b>112</b>
<b>9.8.</b>	<b>Ensayos.....</b>	<b>121</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla N° 1. Tipos de mezclas realizadas y nomenclatura utilizada para su identificación.....</i>	<i>5</i>
<i>Tabla N° 2. Parámetros para el Cálculo de la densidad de la fibra de coco.....</i>	<i>7</i>
<i>Tabla N° 3. Composición del fruto de coco.....</i>	<i>13</i>
<i>Tabla N° 4. Propiedades mecánicas típicas de las fibras naturales.....</i>	<i>16</i>
<i>Tabla N° 5. Características químicas de la fibra de coco.....</i>	<i>17</i>
<i>Tabla N° 6. Elementos naturales en la ceniza.....</i>	<i>18</i>
<i>Tabla N° 7. Ventajas de la fibra de coco y sus características físico-químicas.....</i>	<i>18</i>
<i>Tabla N° 8. Granulometría de la fibra de coco.....</i>	<i>19</i>
<i>Tabla N° 9. Fórmula para fabricación de bloques.....</i>	<i>23</i>
<i>Tabla N° 10. Clase de unidad de albañilería para fines estructurales.....</i>	<i>27</i>
<i>Tabla N° 11. Especificaciones del bloque de concreto.....</i>	<i>29</i>
<i>Tabla N° 12. Clasificación de los bloques según resistencia.....</i>	<i>30</i>
<i>Tabla N° 13. Características de los cementos Portland.....</i>	<i>38</i>
<i>Tabla N° 14. Operacionalidad de Variables.....</i>	<i>46</i>
<i>Tabla N° 15. Porcentajes y medidas a usar de la fibra de coco.....</i>	<i>55</i>
<i>Tabla N° 16. Proporción de materiales, 3cm y V 0.5%.....</i>	<i>56</i>
<i>Tabla N° 17. Proporción de materiales, 5cm y V 1.0%.....</i>	<i>56</i>
<i>Tabla N° 18. Proporción de materiales, 10cm y V 1.5%.....</i>	<i>57</i>
<i>Tabla N° 19. Dimensionamiento.....</i>	<i>57</i>
<i>Tablas N° 20. Medidas de largo, ancho y espesor, del ecobloque de 39x19x12.....</i>	<i>58</i>
<i>Tablas N° 21. Medidas de largo, ancho y espesor, del ecobloque de 30x19x10.....</i>	<i>58</i>
<i>Tabla N° 22. Alabeo.....</i>	<i>59</i>
<i>Tabla N° 23. Absorción de agua.....</i>	<i>60</i>
<i>Tabla N° 24. Resistencia a la compresión, 7 días.....</i>	<i>61</i>
<i>Tabla N° 25. Resistencia a la compresión, 14 días.....</i>	<i>63</i>
<i>Tabla N° 26. Resistencia a la compresión, 28 días.....</i>	<i>66</i>
<i>Tabla N° 27. Temperatura en San Martín, 2019.....</i>	<i>68</i>
<i>Tabla N° 28. Diferencia de Temperaturas – Prueba 1.....</i>	<i>69</i>
<i>Tabla N° 29. Diferencia de Temperaturas – Prueba 2.....</i>	<i>70</i>
<i>Tabla N° 30. Diferencia de Temperaturas – Prueba 3.....</i>	<i>71</i>
<i>Tabla N° 31. Diferencia de Temperaturas – Prueba 4.....</i>	<i>72</i>
<i>Tabla N° 32. Diferencia de Temperaturas – Prueba 5.....</i>	<i>73</i>
<i>Tabla N° 33. Ensayo de humedad del agregado.....</i>	<i>92</i>
<i>Tabla N° 34. Granulometría del agregado.....</i>	<i>93</i>
<i>Tabla N° 35. Resultados de Granulometría del agregado.....</i>	<i>94</i>

<i>Tabla N° 36. Ensayo Peso Unitario Suelto del Agregado</i> .....	95
<i>Tabla N° 37. Ensayo Peso Unitario Compactado del Agregado</i> .....	96
<i>Tabla N° 38. Ensayo gravedad especifica del Agregado</i> .....	97
<i>Tabla N° 39. Ensayo módulo de finura</i> .....	98

### ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura N° 1. Planta de coco</i> .....	9
<i>Figura N° 2. Raíz de coco</i> .....	10
<i>Figura N° 3. Tallo de coco</i> .....	11
<i>Figura N° 4. Hojas del coco</i> .....	11
<i>Figura N° 5. Inflorescencia del coco</i> .....	12
<i>Figura N° 6. Fruta del coco</i> .....	12
<i>Figura N° 7. Fibra de coco</i> .....	14
<i>Figura N° 8. Clasificación de las fibras según su origen</i> .....	15
<i>Figura N° 9. Vista satelital del distrito de Pucacaca</i> .....	85
<i>Figura N° 10. Mapa de lo General a lo específico de la ubicación del distrito de Pucacaca</i> .....	85
<i>Figura N° 11. Depósito y almacenamiento del coco, Pucacaca</i> .....	86
<i>Figura N° 12. Equipos, herramientas y materiales usados en los ensayos del agregado</i> .....	87
<i>Figura N° 13. Ensayo Termogravimétrico, y tiempo de degradación</i> .....	88
<i>Figura N° 14. Ensayo Termogravimétrico, y tiempo de degradación</i> .....	89
<i>Figura N° 15. Contenido de humedad de los agregados</i> .....	90
<i>Figura N° 16. Granulometría del agregado fino</i> .....	90
<i>Figura N° 17. Peso unitario suelto del agrado fino</i> .....	91
<i>Figura N° 18. Peso unitario compactado del agrado fino</i> .....	92
<i>Figura N° 19. Gravedad especifica del agregado fino</i> .....	93
<i>Figura N° 20. Proceso de extracción de la fibra de coco paso a paso</i> .....	101
<i>Figura N° 21. Proceso de extracción de la fibra de coco paso a paso</i> .....	102
<i>Figura N° 22. Materiales y herramientas usados en el proceso de fabricación del ecobloque</i> ....	103
<i>Figura N° 23. Procedimiento de fabricación del ecobloque</i> .....	104
<i>Figura N° 24. Ensayo de resistencia a la compresión del ecobloque</i> .....	109
<i>Figura N° 25. Muestras del ecobloque durante y después del ensayo de compresión</i> .....	110
<i>Figura N° . 26. Dimensionamiento de los ecobloques</i> .....	111
<i>Figura N° 27. Alabeo del ecobloque</i> .....	112
<i>Figura N° 28. Comparación de pesos con bloques normales</i> .....	113
<i>Figura N° 29. Materiales usados en la elaboración del prototipo con ecobloques</i> .....	114
<i>Figura N° 30. Pruebas para determinar la diferencia de calor con respecto a la temperatura del ambiente.</i> .....	115

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<i>Gráfico N° 1. Resistencia a la compresión kg/cm<sup>2</sup> (Promedio) .....</i>	<i>9</i>
<i>Gráfico N° 2. Ensayo Termogravimetrico.....</i>	<i>49</i>
<i>Gráfico N° 3. Ensayo de degradación térmica .....</i>	<i>50</i>
<i>Gráfico N° 4. Resistencia a la compresión de ecobloques a los 7 días.....</i>	<i>64</i>
<i>Gráfico N° 5. Curva de Resistencia a la compresión de ecobloques a los 7 días. ....</i>	<i>65</i>
<i>Gráfico N° 6. Resistencia a la compresión de ecobloques a los 14 días.....</i>	<i>67</i>
<i>Gráfico N° 7. Curva de Resistencia a la compresión de ecobloques a los 14 días .....</i>	<i>67</i>
<i>Gráfico N° 8. Resistencia a la compresión de ecobloques a los 28 días.....</i>	<i>69</i>
<i>Gráfico N° 9. Curva de Resistencia a la compresión de ecobloques a los 28 días. ....</i>	<i>70</i>
<i>Gráfico N° 10. Curva de diferencia de temperaturas – Prueba 1.....</i>	<i>71</i>
<i>Gráfico N° 11. Curva de diferencia de temperaturas – Prueba 2.....</i>	<i>72</i>
<i>Gráfico N° 12. Curva de diferencia de temperaturas – Prueba 3.....</i>	<i>73</i>
<i>Gráfico N° 13. Curva de diferencia de temperaturas – Prueba 4.....</i>	<i>74</i>
<i>Gráfico N° 14. Curva de diferencia de temperaturas – Prueba 5.....</i>	<i>75</i>
<i>Gráfico N° 15. Curva granulométrica del agregado.....</i>	<i>96</i>

## **RESUMEN**

El objetivo general de la presente investigación fue el diseño de un bloque ecológico utilizando la fibra de coco como elemento disipador de energía térmica, analizando sus propiedades físicas y mecánicas, las cuales nos permitieron determinar qué porcentaje de la materia prima vamos a requerir para la fabricación de este material, además buscamos una mejor propuesta con respecto al diseño.

La recopilación de datos se realizó con el apoyo del Laboratorio de la Universidad Nacional de San Martín y de la Universidad Científica del Perú – Tarapoto. El diseño de la investigación fue experimental ya que se utilizó el laboratorio para la elaboración de ensayos que se pusieron a pruebas como termogravimetría, tiempo de degradación, ensayos para el diseño del ecobloque y resistencia a la compresión, donde se tuvo que usar máquinas y herramientas propias del laboratorio.

Contamos con dos variables, la variable independiente que fue la fibra de coco y la variable dependiente que es el diseño de ecobloques, ya que éstas estuvieron correlacionadas, porque la fibra de coco, después de ser transformada en bloque, se tuvieron que medir sus propiedades y características físico mecánicas, para luego elegir el diseño óptimo del ecobloque.

El diseño de los ecobloques, utilizando la fibra de coco como elemento disipador de energía térmica, nos permitirá buscar alternativas de solución, ante el inminente crecimiento de la temperatura en la región San Martín, ya que nos ayudará en la elección de los materiales a usar en la construcción de las viviendas en la selva para disminuir considerablemente el calor, ya que este elemento sirve como un disipador de energía térmica, según los ensayos realizados.

Se logró diseñar un ecobloque con fibras de 5 cm de longitud y un porcentaje de 1.5% del volumen de la mezcla, además para probar que los ecobloques son disipadores de energía térmica, se elaboró un prototipo a base de los ecobloques con fibra de coco, donde obtuvimos un porcentaje de la variación de temperatura de 10.45%, esto hace que este elemento fabricado con fibras de coco sirva como un material que se pueda utilizar en la construcción de las viviendas que puedan brindar confort a las familias San Martinences.

### **Palabras Clave**

Fibra de coco, disipador de energía térmica, ecobloque.

## **ABSTRACT**

The general objective of the present research was the design of an ecological block using coconut fiber as a thermal energy dissipating element, analyzing its physical and mechanical properties, which allowed us to determine what percentage of the raw material we are going to require for the manufacture of this material, in addition we looked for a better proposal with respect to the design.

The data collection was carried out with the support of the Laboratory of the Universidad Nacional de San Martín and the Universidad Científica del Perú - Tarapoto. The design of the investigation was experimental since the laboratory was used for the elaboration of tests that were put to tests like Thermogravimetry, time of degradation, tests for the design of the ecoblock and resistance to the compression, where it was necessary to use machines and own tools of the laboratory.

We had two variables, the independent variable that was the coconut fiber and the dependent variable that is the design of ecoblocks, since these were correlated, because the coconut fiber, after being transformed into block, had to measure its properties and mechanical physical characteristics, and then choose the optimal design of the ecoblock.

The design of the ecoblocks, using coconut fiber as a thermal energy dissipative element, will allow us to look for alternative solutions to the imminent rise in temperature in the San Martín region, since it will help us in the choice of materials to use in the construction of houses in the jungle to reduce heat considerably, since this element serves as a thermal energy dissipative, according to the tests carried out.

It was possible to design an ecoblock with 5 cm long fibers and a percentage of 1.5% of the volume of the mixture, in addition to prove that the ecoblocks are heat dissipators, a prototype was developed based on the ecoblocks with coconut fiber, where we obtained a temperature difference with the environment of 10.45%, this makes this element made of coconut fibers serve as a material that can be used in the construction of homes that provide comfort to San Martinences families.

## **Keywords**

Coconut fiber, thermal energy dissipater, ecoblock.

## **CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Realidad Problemática**

Nuestro planeta en los próximos 16 años incrementará en 3 grados centígrados su temperatura, causando así el aumento del nivel del mar en hasta 1 metro, desertificando nuestras áreas de reserva que tiene nuestro planeta. Una de las principales causas de estos daños que sufrirá el planeta son las emisiones de los gases tóxicos de efecto invernadero, las cuales son emitidas principalmente de las grandes plantaciones agrícolas de arroz, y de la extensa superficie de pastizales para crianza de ganado. En nuestro país específicamente en la región San Martín, es una de las principales productoras de arroz y de la crianza de ganado, así como también es la principal región productora de coco.

Según datos estadísticos del INEI, 2016, San Martín, es uno de los departamentos que siembra el coco, teniendo en total 508 hectáreas de sembríos representando el 21% de la totalidad en el Perú, y es el número uno en producción de este producto que hasta el 2016, producía hasta 13,238 mil toneladas del fruto de coco, representando así un 41% de la producción en el Perú hasta dicho año. En el distrito de Pucacaca, Provincia de Picota, se procesa alrededor de 25,000 mil unidades de fruto de coco por día, creando 312.5 m<sup>3</sup> de desechos contaminantes y perjudiciales para la salud, que van a parar en islas de dicho distrito. Tarapoto consume mensualmente 160 millares de ladrillos provenientes de la ciudad de Rioja, para que las empresas ladrilleras logren esta gran producción, tienen que quemar hasta 2 millones 460 mil metros cúbicos de arcilla, dejando sin producción agrícola a 360 hectáreas cada 10 años de producción. Las altas temperaturas en la ciudad de Tarapoto, oscilan entre los 21 y 34 grados centígrados, generando una incomodidad en las personas que habitan en edificaciones construidas por ladrillos tradicionales de arcilla y de bloques de concreto, los que captan y almacenan calor durante el día y lo liberan hacia el interior de la vivienda durante la noche, afectando el confort de las personas.

Es así que la propuesta de este proyecto tiene un propósito, diseñar ecobloques con fibra de coco, en la que se pretende probar la capacidad de resistencia térmica de las mismas para posteriormente ser empleada en la construcción de edificaciones.

El proyecto pretende aprovechar las fibras naturales del coco, que pasa por una serie de procesos, que cuentan con grandes ventajas al ser empleadas, y generar con ello un prototipo de bloque, haciéndolo un modelo sustentable y darle un valor agregado a la fibra de coco, material que durante años no ha sido aprovechado, pero que en la actualidad se viene conociendo sus bondades y que están siendo utilizados en muchos tipos de productos medioambientales que puedan generar seguridad y comodidad en la construcción de viviendas.

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo General**

Diseñar ecobloques, utilizando la fibra de coco como elemento disipador de energía térmica.

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

1. Determinar la conductividad térmica del ecobloque.
2. Analizar la diferencia de temperatura que se emite en el ambiente exterior y en el prototipo a base de ecobloques.
3. Determinar las diferentes propiedades físicas y mecánicas de la fibra de coco.
4. Realizar los ensayos del agregado fino.

## **1.3. Justificación**

Este proyecto se justifica por ser de interés colectivo y académico, además de conocer la importancia de la utilización de la fibra de coco para la construcción, tanto en la fabricación de productos de mampostería, como en la fabricación de otros materiales.

Por ser un proyecto ecoamigable con la naturaleza, es decir, al ser innovador y tecnológico, también ayuda a preservar el medio ambiente.

Por establecer la importancia de seguir criterios de calidad y beneficio para el consumidor, al adquirir un producto que mejore su calidad de vida.

## **1.4. Limitaciones**

- Las limitaciones más relevantes que se han tenido, son la falta de información, relacionada a nuestro proyecto de investigación, ya que es un trabajo innovador en nuestra región y en el país.
- Otra limitante es la falta de maquinaria industrial para realizar los procesos que nos ayude a obtener la fibra de coco y determinar la granulometría ideal para la fabricación del ecobloque.
- El factor económico fue un impedimento para la realización de otros ensayos que se pueden hacer a la fibra de coco, donde demuestren muchas más características físicas y mecánicas.

## CAPÍTULO II: MARCO REFERENCIAL

### 2.1. Antecedentes

#### Internacional:

Quinteros y Gonzales (2006). En su tesis de pre grado titulada: *Uso de la fibra de estopa de coco para mejorar las propiedades mecánicas del concreto*. Universidad del Norte de Colombia. Concluye que:

Las más bajas deformaciones se obtuvieron en mezclas con longitud de fibra 5 cm, siendo inferior para un volumen de adición de 1.5%.

La resistencia a la compresión más elevada se obtuvo con los compuestos reforzados con volumen de fibra 1.5%, siendo superior para la longitud 2 cm.

La única mezcla que presentó resistencia a la tracción indirecta mayor que el concreto fue la que contenía fibra de 5 cm, en un volumen de 0.5%.

La adición de fibra afectó positivamente la resistencia a la flexión; el mayor valor de resistencia a la flexión lo presentó el concreto de V0.5% y L5 cm.

*Tabla N° 1. Tipos de mezclas realizadas y nomenclatura utilizada para su identificación*

Mezcla N°	Longitud de la fibra (cm)	Volumen de la fibra (%)
M1	0	0
M2	L2	V0.5
M3	L2	V1.5
M4	L5	V0.5
M5	L5	V1.5

**Fuente: (Quintero García & González Salcedo, 2006).**

Los resultados obtenidos fueron concordantes con observaciones de experimentos realizados con anterioridad y bibliografía consultada, en los que se corrobora que los refuerzos de fibra mejoran de varias maneras la tenacidad de la matriz, ya que una grieta que se mueva a través de la matriz encuentra una fibra; si la unión entre la matriz y la fibra no es buena, la grieta se ve obligada a propagarse alrededor de la fibra, a fin de continuar el proceso de fractura. Además, una mala unión ocasiona que la fibra empiece a separarse de la matriz. Ambos procesos consumen energía, e incrementan, por lo tanto, la tenacidad a la fractura. Finalmente, al iniciarse la grieta en la matriz, fibras aun no partidas pueden formar un puente sobre la grieta, lo cual proporciona un esfuerzo compresivo que evita que la grieta se abra.

De acuerdo con el efecto que sobre las propiedades mecánicas del concreto puede tener la adición de fibra de estopa, una aplicación adecuada de este tipo de compuesto (concreto - fibra de estopa) es la construcción principalmente de elementos sometidos a flexión (vigas y losas).

Villegas y Vélez (2007), en su tesis de pregrado titulada: *Elaboración de módulos estructurales a base de fibra de estopa de coco para viviendas de bajo costo*. Universidad de Guayaquil, concluye que:

Basándonos en las normas INEN se obtuvieron materiales que cumplieron con los estándares de calidad especificados en dichas normas.

Esta investigación genero un gran aporte a la conservación del medio ambiente, ya que al utilizar materiales de desechos como la estopa del coco y el plástico; se logró elaborar un material que se lo podría considerar como un sustituto de la madera, evitando la tala de indiscriminada de los bosques.

Rojas (2015), en su tesis de pregrado titulada: *Adición de la fibra de coco en el hormigón y su incidencia en la resistencia a compresión*. Universidad Técnica de Ambato, concluye que:

Si se compara costos entre el hormigón convencional y el hormigón elaborado a base de fibra de coco, se manifiesta que el hormigón a base de fibra de coco en un metro cuadrado de acera y en un metro cubico de bordillo en presupuesto total es más económico en relación al hormigón tradicional. Sus costos son \$ 163.48 (hormigón con fibra) y \$ 169.11 (hormigón tradicional), con lo que se obtiene un ahorro total de \$5.63.

El hormigón elaborado con fibra de coco es más liviano que el hormigón convencional, el cual es útil para emplearlo en aceras y bordillos.

El reforzamiento del concreto mediante fibras, mejora la tenacidad de la matriz, evitando las fisuras en el concreto.

Altamirano (2015), en trabajo de investigación: *Utilización de fibra de coco en la elaboración de piezas ecosustentables de mampostería. Perspectiva en México y avance de estudio*. Concluye que:

De las muestras realizadas, En piezas de arena, la fibra de coco aumentó el peso específico respecto a la dosificación de control sin aumentar la resistencia a compresión; sin embargo, este parámetro aumentó 50% en las piezas de cenicilla con dosificaciones de 5% y 10%. Pruebas adicionales de absorción también fueron realizadas a los tabicones.

**Tabla N° 2. Parámetros para el Cálculo de la densidad de la fibra de coco**

<b>Sigla</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>
$W_{FH}$	Peso húmedo de fibra de coco saturada	gr
$W_{FS}$	Peso seco de la fibra de coco	gr
$W_F$	Peso de frasco+ tapón	gr
$W_{FW}$	Peso de frasco+ tapón +agua	gr
$W_{FC}$	Peso de frasco+ tapón+ fibra de coco	gr
$W_{FCW}$	Peso de frasco+ tapón+ fibra de coco+ agua	gr
$T$	Temperatura del agua en la prueba	°C
$Y_0$	Peso específico del agua a 4°C	1gr/cm <sup>3</sup>
$D_{EC}$	Densidad experimental de la fibra de coco	Adimensional
$K$	Corrección por temperatura del agua	
$D_{NC}$	Densidad normalizada de la fibra de coco	Adimensional

\*Manual de prácticas de laboratorio de mecánica de suelos

**Fuente: (Altamirano de la Cruz, 2015).**

La fibra de coco en estado seco tiene una absorción muy alta, debido a esto, se pretendió hacer un diseño de mezcla de microconcreto donde se tuviese como prioridad el agua de mezclado, sin embargo, no existe un método que cubra las necesidades para la elaboración de tabicones, pues en la manufactura se requiere un revenimiento igual a cero. Por este motivo se acudió con un fabricante para observar el proceso de elaboración de las piezas y así analizar como el agua de mezclado influye en dicho proceso; así se tomó la decisión de elaborar las piezas de manera empírica, donde los únicos factores considerados fueron el lavado de la fibra (para eliminar sales solubles, impurezas y otros residuos naturales) y saturado por 24 horas para no absorber agua de mezclado. En el proceso de fabricación de los tabicones es necesario que fibra sea más corta y fina, con una longitud menor o igual a 5 cm, pues en este caso se tenía una longitud de 8 a 10 cm y al ser incorporada a la mezcla se formaban grumos y por consecuente existencia de vacíos en las piezas.

### **Nacional**

ZAMORA (2015). En su tesis de pre grado titulada: *Diseño de un bloque de concreto celular y su aplicación como unidad de albañilería no estructural, 2015*. Universidad de Cajamarca, Cajamarca, Perú. Concluye que:

De acuerdo a los resultados obtenidos de todas las dosificaciones estudiadas para cada densidad del Concreto Celular, se. Concluye que la dosificación óptima para lograr las características deseadas del bloque de concreto, fue la denominada EAF (espuma + aditivo plastificante+ fibra de polipropileno + cemento+ arena) para la densidad aparente de 1400 [kg/m<sup>3</sup>], con una resistencia a la compresión promedio de 75.32 kg/cm<sup>2</sup> y un porcentaje de absorción de 11.51.

Villanueva (2016), en su tesis de pregrado titulada: *Influencia de la adición de fibra de coco en la resistencia del concreto*. Universidad Privada del Norte, concluye que:

La hipótesis se cumple parcialmente, ya que las probetas de concreto con adición de fibra de coco no presentan un aumento de resistencia a la compresión considerable, en cambio los especímenes de concreto simple con adición de fibra de coco ensayadas a flexión presentan resistencias mayores que los especímenes sin adición de fibra de coco en un 30%.

Las probetas de concreto con 0.50%, 1.00%, 1.50% y 2.00% de fibra de coco ensayadas a compresión a los 28 días de edad, presentan valores de resistencia del 95.60%, 98.39%, 76.37% y 65.73% respectivamente con relación a las probetas de concreto convencional que tienen un valor de 100.96%.

Los especímenes de concreto con 0.50%, 1.00%, 1.50% y 2.00% de fibra de coco ensayadas a flexión a los 28 días de edad, presentan valores de 127.53%, 129.85%, 132.84%, 140.88% respectivamente con relación a los especímenes de concreto convencional que tienen un valor del 111.27%.

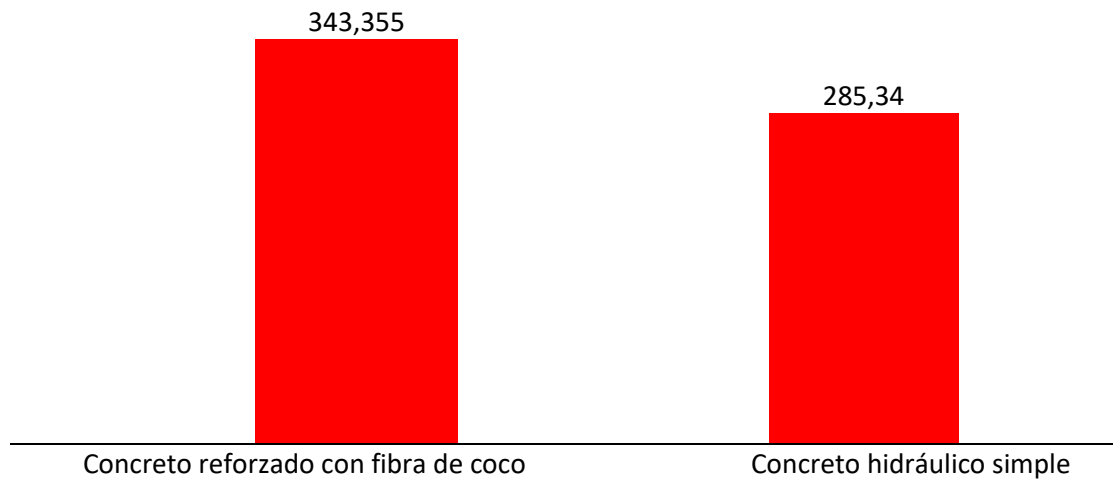
Vela y Yovera (2016), en su tesis de pregrado titulado: *Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto adicionado con fibra de estopa de coco*. Universidad Señor de Sipán, Chiclayo. Concluye que:

Se elaboró un diseño de mezclas de concreto convencional con una resistencia a la compresión  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ , estos diseños de mezclas se realizaron por el método del ACI.

Se evaluó las propiedades en estado fresco (Slump, Contenido de aire, Temperatura y Peso unitario) del concreto convencional para las resistencias de  $210 \text{ kg/cm}^2$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$ , dándose como resultados valores que están dentro de los parámetros que nos brindan las normas.

Para el concreto convencional de resistencia a la compresión  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  se obtuvo un resultado a los 28 días una resistencia a la compresión  $f'c = 211.3 \text{ kg/cm}^2$ , siendo este valor con el cual haremos las comparaciones del concreto adicionado con fibra de estopa de coco.

*Gráfico N° 1. Resistencia a la compresión kg/cm2 (Promedio)*



**Fuente: (Vela y Yovera, 2016)**

## **Local**

A la fecha no se registran investigaciones referentes al tema en el ámbito local.

## **2.2. Definiciones teóricas**

### **2.2.1. Generalidades del coco**

El coco es una fruta comestible obtenida del cocotero, la palmera más cultivada a nivel mundial. Tiene dos cáscaras: una externa que es fibrosa y verde (estopa), y otra interna que es dura, vellosa y marrón que tiene adherida la pulpa, que es blanca y aromática, la que almacena el contenido de agua (hueso). (Quintanilla Alas, 2010).

*Figura N° 1: Planta de coco*



**Fuente: Noestock, 2015**

## Clasificación botánica

Según Novoa, 2005 el cocotero (*Cocos Nucífera* L.) se clasifica botánicamente como:

- Clase: Monocotyledonease.
- Orden: Palmales.
- Familia: Palmacea.
- Subfamilia: Cocowsideae.
- Género: Cocos.
- Especie: nucífera.

## Partes de la palma de coco

- a. Raíz:** El sistema radicular del cocotero es fasciculado. Las raíces primarias son las encargadas de la fijación de la planta y de la absorción de agua. Las terciarias (que se derivan de las secundarias) son las verdaderas extractoras de nutrientes. Las raíces activas se localizan en un radio de 2 metros del tronco, a una profundidad entre los 0.2 a 0.8 metros, dependiendo de la profundidad efectiva del suelo y de la profundidad del nivel freático (Novoa, 2005).

*Figura N° 2: Raíz del coco*



Fuente: Khammoo, 2015

- b. Tallo:** El tronco del cocotero es un espite no ramificado. En su extremo superior o ápice presenta un grupo de hojas que protegen el único punto de crecimiento o yema terminal que posee la planta (Novoa, 2005).

*Figura N° 3: Tallo de coco*



**Fuente:** CanStockPhoto, 2015

- c. **Hojas:** La hoja de cocotero es de tipo pinnada y está formada por un peciolo que casi circunda el tronco, continúa un raquis del cual se desprenden de 200 a 300 foliolos. El largo de la hoja puede alcanzar los 6 metros y es menor al aumentar la edad de la planta (Novoa, 2005).

*Figura N° 4: Hojas del coco*



**Fuente:** Pxhere, 2016

- d. **Inflorescencia:** Posee inflorescencias paniculadas, axilares, protegidas por una bráctea llamada espada. La espada se desarrolla en 3 ó 4 meses, después se abre y libera las espigas. Cada espiga posee flores masculinas en los dos tercios terminales y femeninas en el tercio basal. En los cocoteros gigantes las flores masculinas se abren antes que las femeninas estén receptivas, induciendo así la polinización cruzada. En el caso de los enanos

la apertura es simultánea, por tanto, hay un porcentaje alto de autofecundación (Novoa, 2005).

*Figura N° 5: Inflorescencia del coco*



Fuente: Pxhere, 2016

- e. **Fruto:** El fruto es una drupa, formado por una epidermis lisa, un mesocarpio fibroso (también conocido como estopa) del cual se extrae fibra. Más al interior se encuentra el endocarpio pétreo que es una capa fina y dura de color marrón llamada hueso o concha, envuelto por él se encuentra el albumen sólido o copra que forma una cavidad grande donde se aloja el albumen líquido, también conocido como agua de coco.

*Figura N° 6: Fruta del coco*



Fuente: Quintanilla, 2010

El embrión se encuentra próximo a dos orificios del endocarpio, envuelto por el albumen sólido. Según la variedad, el color, la forma y el grosor del fruto cambian

cuando el fruto está maduro, su color puede ser amarillo, verde, castaño. La forma puede ser redonda, ovoide-globoso u ovoide triangular. El diámetro varía de 10 a 40 cm., el endocarpio tiene tres ojos basales. El peso del fruto puede variar de 0.50 a 1.50 kg (Novoa, 2005).

*Tabla N° 3. Composición del fruto de coco*

<b>Composición del fruto</b>	
Mesocarpio	35% (Incluye pericarpio)
Endocarpio	12%
Endospermo	28%
Agua	25%

**Fuente: (Novoa, 2015)**

### **Usos de la palma de coco**

Según Novoa, 2015 manifiesta que aún no se ha llegado al aprovechamiento del 100% de todas las partes de la palmera de coco (cocos nucífera), estudiándolo desde el punto de vista residual, sin derrumbarlas para la producción de algún producto.

La pulpa es altamente aprovechada para la elaboración de aceites, jabones, etc.

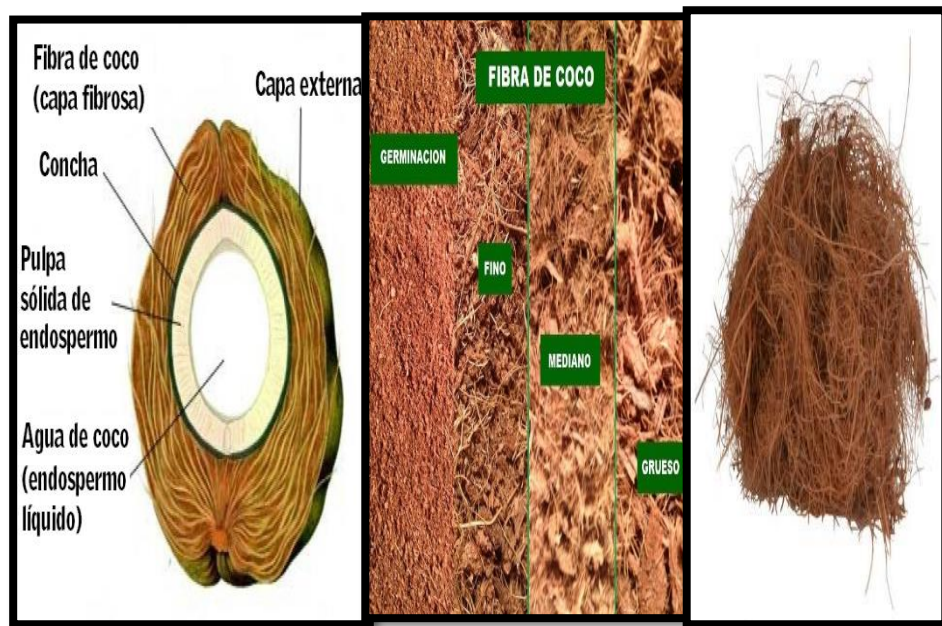
La cáscara de coco, o endocarpio, se puede usar para hacer varios utensilios tales como tazones, tazas, cucharas y cucharones, pipas para fumar, ceniceros, cajas, juguetes, carbón, carbón activado, botones.

La parte más utilizada de la palmera de coco es sin duda alguna su madera, los usos dentro de la construcción son limitados, aunque esto genere un daño a las plantaciones y es una causa de la disminución de los plantíos (Novoa, 2005).

#### **2.2.2. Fibra de coco**

Es un sustrato orgánico, 100% natural y renovable. Se procesa de diferentes maneras en función del uso agronómico al que esté destinado. La fácil rehidratación del material permite su secado y prensado en origen lo que reduce los gastos de transporte y facilita la manipulación por el usuario final. (ISPEMAR S.C.A, 2016).

*Figura N° 7: Fibra de coco*



Fuente: Diario Libre, 2017

### **Componentes de la fibra de coco**

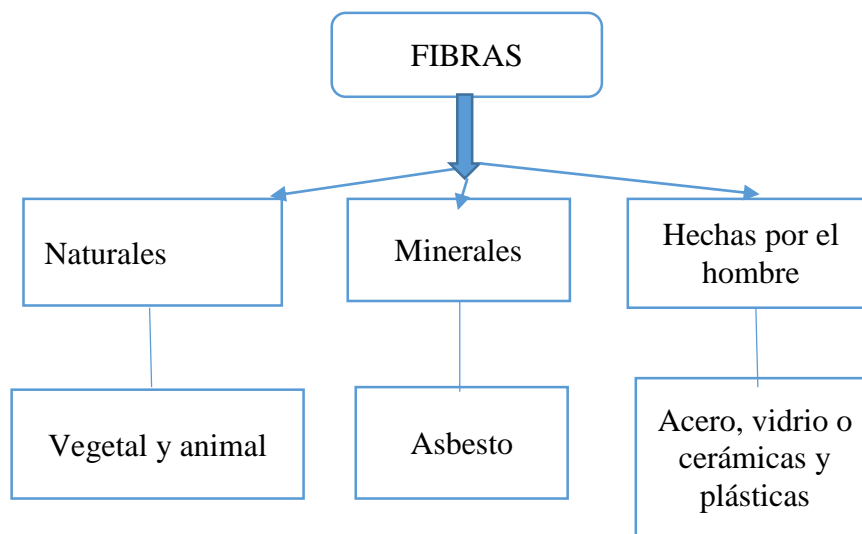
Sus principales componentes son la celulosa y lignina. Esta última, provee la resistencia y rigidez a la fibra. Se encuentra dentro de la categoría de fibras fuertes igual que el henequén, pita, agave y abacá. Estas características, hacen que la fibra de coco sea un material versátil que puede ser utilizado en cuerdas, colchones, alfombras, cepillos, entre otros. (Quintanilla Alas, 2010).

La fibra de coco presenta una excelente capacidad de retención de agua y aireación. Permite un óptimo uso del agua y de los fertilizantes. Tiene una gran resistencia al estrés hídrico, lo que proporciona tranquilidad al horticultor ante posibles imprevistos. La fibra de coco es totalmente ecológico. Tras su uso como sustrato, puede ser incorporada al suelo como compost. (ISPEMAR S.C.A, 2016).

### **Clasificación de las fibras**

Las fibras pueden ser clasificadas de acuerdo a su origen. Esta clasificación no pretende ser exhaustiva, sin embargo, es la utilizada por la mayoría de los investigadores en el tema, ver la figura N° 8 (Juárez, 2002).

*Figura N° 8: Clasificación de las fibras según su origen*



**Fuente: Juárez, 2002**

### **Fibras naturales vegetales**

Históricamente, las fibras naturales vegetales o simplemente fibras naturales eran usadas empíricamente para reforzar varios materiales de construcción, o bien para la producción de material textil. Sin embargo, es hasta años recientes que los científicos se han dedicado a estudiar el uso de este tipo de fibras como refuerzo en el concreto. Las fibras naturales se pueden obtener a un bajo costo usando la mano de obra disponible en la localidad y las técnicas adecuadas para su obtención, estas fibras son llamadas generalmente fibras naturales no procesadas. Sin embargo, las fibras naturales pueden ser procesadas química o mecánicamente para mejorar sus propiedades, estas fibras son generalmente de celulosa derivada de la madera. Los países desarrollados utilizan estos procesos químicos o mecánicos para su aplicación industrial, desafortunadamente su alto costo impide que sean usados en los países pobres y en desarrollo, a tales fibras se les conoce como fibras naturales procesadas (Juárez, 2002).

### **Propiedades mecánicas de las fibras naturales**

Las fibras naturales necesitan tener adecuadas propiedades mecánicas para ser consideradas como posible refuerzo en matrices de cemento. En los últimos 30 años los investigadores interesados en este tema realizaron un gran número de trabajos para obtener esta información.

A continuación, se presenta en la tabla 4 un resumen de las propiedades físico mecánicas de fibras naturales con mayor uso como refuerzo de concreto base cemento portland (Juárez, 2002).

**Tabla N° 4. Propiedades mecánicas típicas de las fibras naturales**

Propiedades Mecánicas Típicas de las Fibras Naturales							
Tipo de Fibra	Longitud mm	Diámetro mm	Densidad Absoluta Gr/cm <sup>3</sup>	Módulo de Elasticidad Gpa	Resistencia última a Tensión Mpa	Elongación a la Ruptura %	Absorción del Agua %
Yute	1800-3000	0.10-0.20	1.02-1.04	26-32	250-350	1.5-1.9	62
Lino	500	.....	.....	100	1000	1.8-2.2	.....
Bambú	2500-3500	0.05-0.4	1.52	33-40	350-500	.....	40-45
Caña de Azúcar	50-300	0.20-0.40	1.20-1.30	15-19	170-290	.....	70-75
Sisal	.....	0.10-0.50	.....	13-26	280-568	3-5	60-70
Henequén	.....	0.36	1.4	.....	91-307	2.3-7.6	163.1
Pasto de Elefante	.....	0.45	.....	5	178	3.6	.....
Plátano	.....	0.43	0.298	1.4	92	5.9	.....
Musumba	.....	0.82	.....	0.9	83	9.7	.....
Coco	50-350	0.10-0.40	1.12-1.15	19-26	120-200	10-25	130-180

Fuente: Juárez, 2002

### Fibras blancas

La fibra blanca (también llamada fibra de estambre o fibra de estera) es la fibra de color dorada amarilla obtenida (principalmente en la India) remojando las cáscaras frescas y verdes en agua salina de 6 a 12 meses. Idealmente, las cáscaras pueden obtenerse de frutos de 1 mes antes de su madurez total, como se hace en la India. Después que el remojo se ha completado, las cáscaras se golpean con mazos de madera para soltar la fibra y entonces son lavados y secados. En la India, esto es hecho por mujeres.

El rendimiento de fibra blanca por cada 1000 cáscaras es de 95 kg, mientras que en Sri Lanka es de cerca de 150 kg debido a que las cáscaras son más grandes. La fibra blanca es principalmente hilada en estambres de 2 capas a mano o usando ruedas de madera para hilar. Esta industria requiere labor intensa y es básicamente una industria de pequeña escala. (Universidad Luis Vargas Torres, 2004).

## Fibras Pardas

La fibra parda se extrae mecánicamente (principalmente en Sri Lanka y la India) de las cáscaras pardas mediante molienda seca o húmeda. En Sri Lanka, la molienda húmeda involucra sumergir las cáscaras pardas (de los cocos desecados) por espacio de un mes en agua fresca y peinándola con una pareja de tambores rotatorios con garfios (llamados tambores de Sri Lanka), para obtener fibras para “colchones”, “cerdas” y polvo de fibra. El rendimiento por cada 1000 cáscaras es 50 kg de cerda y 100 Kg. de fibra de colchón, (Universidad Luis Vargas Torres, 2004).

### Ventajas de la fibra de coco y sus características físico – químicas

La fibra de coco pertenece a la familia de las fibras duras como el henequén. Se trata de una fibra compuesta por celulosa y leño que posee baja conductividad al calor, resistencia al impacto, a las bacterias y al agua. Su resistencia y durabilidad lo hace un material adecuado para el mercado de la construcción para usarlo como material de aislamiento térmico y acústico, explica Jaime Piña, experto en el estudio del cocotero en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) (Novoa, 2005).

La fibra de coco se puede definir de forma cilíndrica, pared delgada, extremos redondos; tiene pequeños vasos sementados y largos, vasos anulares en espiral. Presenta un alto contenido de lignina, bajo porcentaje de celulosa y pentosanos y un elevado porcentaje de cenizas (Novoa, 2005).

La composición química promedio de la estopa de coco (fibra de coco), resultados del estudio elaborado en el valle de Tecoman, por el Departamento de Madera, Celulosa y papel, Universidad de Guadalajara (Novoa, 2005).

**Tabla N° 5. Características químicas de la fibra de coco**

<b>Características Químicas de la fibra de coco</b>	
Lignina	42.50%
Celulosa	32.30%
Pentanosas	14.70%
Grasas saponificables	5.10%
Grasas insaponificables	0.70%
Cenizas	3.50%
Proteínas	1.20%
	<b>100.00%</b>

**Fuente: Novoa, 2005.**

**Tabla N° 6. Elementos naturales en la ceniza**

<b>Elementos naturales en las cenizas</b>	
MnO	0.195%
K <sub>2</sub> O	0.059%
Na <sub>2</sub> O	0.003%
SiO <sub>2</sub>	0.700%

Fuente: Novoa, 2005.

Debido a que no se dispone del dato sobre el rendimiento neto de la fibra de coco, sólo es posible hacer una estimación de la cantidad total de fibra disponible, en base a la suposición aproximada de que el 10% del peso del coco corresponda a fibra disponible.

**Tabla N° 7. Ventajas de la fibra de coco y sus características físico-químicas**

<b>Ventajas de la fibra de coco y sus características físico – químicas</b>	
<b>Equilibrio óptimo</b>	Entre retención de agua y capacidad de aireación, evitando la aparición de enfermedades fúngicas en las raíces derivadas del exceso de humedad.
<b>PH estable y controlado</b>	El pH del sustrato de fibra de coco oscila entre 5.5 y 6.2, rango que resulta adecuado para la mayoría de cultivos
<b>Retiene Agua</b>	Gran capacidad de retención de agua, que ofrece una mayor seguridad en caso de fallos en el sistema de riego.
<b>Absorbente</b>	La fibra de coco absorbe muy rápidamente el agua cuando está seca.
<b>Inercia térmica</b>	La fibra de coco puede ceder o absorber calor con rapidez. Esto facilita un constante desarrollo de raíces, tanto en épocas de calor como de frío.
<b>Intercambio catiónico</b>	Es capaz de retener nutrientes y liberarlos progresivamente, evitando así pérdidas por lixiviación. Ejerce un poder amortiguador contra los errores en el abonado.
<b>Intercambio catiónico</b>	Es capaz de retener nutrientes y liberarlos progresivamente, evitando así pérdidas por lixiviación. Ejerce un poder amortiguador contra los errores en el abonado.
<b>Orgánico y Natural</b>	Es un sustrato orgánico y natural. Se procesa de diferentes formas dependiendo de la calidad agronómica necesaria para su uso como sustrato.

Fuente: Catálogo ISPEMAR/Fico – Fibra de Coco. Cuadro elaborado por los tesisistas. 2018.

## Granulometría de la fibra de coco

Según ISPEMAR (2018), Los tamaños de partículas del sustrato de fibra de coco se seleccionan por los diferentes tamizados que se realizan con la materia prima. Ofrecemos sustratos de tres granulometrías para usos distintos: fino, grueso y estándar. Además, se ofrecen productos mezclados en diferentes composiciones.

*Tabla N° 8. Granulometría de la fibra de Coco*

Fino	Grueso	Estándar
Para semilleros y esquejes, donde las raíces son muy pequeñas y débiles.	Para plantas grandes, acolchado de jardines y demás.	Se puede utilizar para jardineras, macetas o cualquier otro medio.
		

Fuente: Catálogo ISPEMAR/Fico – Fibra de Coco. Elaboración Propia. 2018.

## La fibra de coco como aislante termo acústico

La resistencia, durabilidad y resiliencia, convierten a la fibra de estopa de coco en un material versátil y perfectamente indicado para los mercados del aislamiento térmico y acústico, ISEPEMAR, 2018.

Las ventajas que presenta la fibra de estopa de coco respecto a otros aislantes son las siguientes:

- No electroestática
- Inodora
- Resistencia a la humedad
- No atacable por roedores o termitas
- Imputrescible y no produce hongos
- Conductividad térmica: 0,043 a 0,045 W/mK – Bloques de concreto: 0,35 a 0.79(W/m.k)
- Conductividad térmica del ladrillo: 0.49 a 0.76 (W/m.k).
- Reducción de los ruidos de percusión (de acuerdo con los espesores): 25 a 35 db (en forjado)
- Reducción de ruidos aéreos:47 db (en media)
- Comportamiento al fuego: clase A.

## **Uso de la fibra de coco en construcción**

### *Concreto con fibra de coco*

Este estudio fue realizado por la Universidad del norte de Barranquilla Colombia en el 2006. Para tal estudio se fabricaron 5 tipos de mezclas con 2 longitudes de fibra distintos uno de 2 cm y otra de 5 cm con porcentajes de 0.5 y 1.5 de fibra incluida en cada una, se elaboraron para cada una dos tipos distintos de especímenes (cilindros y vigas).

El estudio comparó la deformación, resistencia a la compresión, a la tensión y la flexión. Las conclusiones a las que se llegaron son:

- Las deformaciones menores se registraron en los especímenes elaborados con 1.5% de fibra con longitud de 5 cm.
- La resistencia a la compresión más elevada se registró en los especímenes elaborados con 1.5% de fibra con longitud de 2 cm.
- La única mezcla que registro un aumento en la resistencia a la tensión fue la que se elaboró con 0.5% de fibra con longitud de 5cm.
- La adición de fibra afectó positivamente la resistencia a la flexión, siendo la mezcla más beneficiada la que se elaboró con 0.5% de fibra, (Villanueva, 2016).

### **2.2.3. Generalidades del bloque de concreto**

Los romanos comenzaron a utilizar el mortero de cemento en el año 200 a. C. para unir piezas de piedra en la fabricación de sus construcciones y su arquitectura. En el periodo de reinado del emperador Romano, Calígula (37 d. C. – 41 d. C.), se utilizaron pequeñas piezas de hormigón prefabricado como material de construcción en la zona que comprende a la actual Nápoles, en Italia. (BLOQUERAS.ORG, 2015).

Mucha de la tecnología en concreto que desarrollaron los romanos se perdió durante la caída de su Imperio en el siglo quinto. Y no fue sino hasta el año 1824 que el Inglés Joseph Aspdin desarrolló y patentó el cemento portland, el cual se transformó en uno de los materiales principales del hormigón moderno. (BLOQUERAS.ORG, 2015).

Según BLOQUERAS.ORG, 2015, el primer bloque de concreto hueco fue diseñado por Harmon Sylvanus Palmer en 1890 en los Estados Unidos. Después de 10 de experimentación, Harmon logró patentar su diseño en el año de 1900. Los bloques que Harmon diseñó, tenían de medidas 8 pulgadas (20,3 cm) por 10 pulgadas (25,4 cm) por 30 pulgadas (76,2 cm), y eran tan pesados que se tenían que alzar en su sitio con una grúa pequeña.

La opinión de DECONCRETO OXACA S.A, 2016, define al bloque de concreto como una unidad de albañilería cuyas dimensiones normalizadas, en armonía con la coordinación modular, tiene una altura tal que no debe exceder a su largo ni a seis veces su ancho. Por lo general, cuenta con cavidades interiores transversales que pueden ser ciegas por uno de sus extremos y cuyos ejes son paralelos a una de las aristas. Los bloques están conformados por cemento Portland, agregados como arena, piedra partida, gránulos volcánicos, escorias u otros materiales inertes y agua. No cabe duda de que la construcción de muros con bloques de concreto se realiza desde años atrás, pues cumple con diversas condiciones técnico-económicas para ser empleado en la construcción y, en especial, en el caso de viviendas económicas. En efecto, además de su costo reducido por metro cuadrado de muro, ofrece las siguientes ventajas económicas:

- El empleo de bloques de concreto permite una reducción apreciable en la mano de obra con relación a otros sistemas, tanto por el menor número de unidades a colocar (12½ bloques por m<sup>2</sup> de pared), como por la simplificación de tareas.
- El muro de bloques de concreto requiere menor cantidad de mortero, lo que significa economía de mano de obra y de materiales.
- Los paramentos de la albañilería de bloques resultan lisos y regulares, por lo cual no exigen necesariamente revestimiento. De modo eventual se puede mejorar el aspecto con pintura de cemento. Si se especifica revestimiento, el espesor del revoque es reducido, por lo que se obtiene economía de materiales y de mano de obra.
- El empleo de bloques de concreto facilita el refuerzo del muro.
- El muro con bloques de concreto presenta gran durabilidad y brinda al usuario confort térmico y acústico.

Con vistas a valorar su calidad de acabado los bloques deben estar en buenas condiciones y libres de grietas u otros defectos que podrían interferir con su adecuado empleo o deteriorar de manera significativa la resistencia o la durabilidad de la construcción. Las grietas menores son inherentes al método usual de fabricación o astillamientos menores resultantes de los métodos habituales de la manipulación en el envío y la distribución.

Cuando las unidades sean empleadas en construcción de muros expuestos la cara o las caras expuestas no deben mostrar astillamientos o agrietamientos, de otro modo no

deben ser permitidas, ni otras imperfecciones vistas desde una distancia de no menos de seis m, bajo luz difusa.

Por lo general, los arquitectos o constructores admiten 5% de una entrega tenga astillamientos no mayores de pocos mm, en alguna dimensión, o grietas no más anchas que 0.5 mm y no más largas que 25%, de la altura nominal de la unidad, (DECONCRETO OXACA S.A, 2016).

### **Materia prima utilizada**

El concreto usualmente utilizado en la elaboración de bloques de hormigón es una mezcla de agua, arena, cemento portland y grava. Estos componentes combinados producen un block de color gris claro con una textura de superficie fina y una elevada resistencia a la compresión. (BLOQUERAS.ORG, 2015).

Generalmente, la mezcla de cemento que se utiliza para hacer bloques tiene una mayor cantidad de arena y una menor cantidad de agua y grava que las mezclas de concreto utilizadas para la construcción en general. (BLOQUERAS.ORG, 2015).

Por el contrario, los blocks de concreto ligero se elaboran cambiando la grava y arena por arcilla expandida, esquistos o pizarra. Estos últimos elementos se generan al triturar algunas materias primas y posteriormente someterlas a temperaturas elevadas cerca de los 1093° C. A este nivel de temperatura, los materiales se hinchan o expanden a causa de la rápida generación de gases provocados por la combustión de la materia orgánica que se encuentra atrapada en el interior.

Comúnmente un block liviano o aligerado pesa entre 10 y 12.7 kilos, y se utiliza para construir muros, paredes y tabiques que no resisten mucha carga. (BLOQUERAS.ORG, 2015).

### **Aditivos**

Independientemente de los materiales básicos, la mezcla de concreto que se usa para elaborar blocks también puede contener algunos químicos, los cuales son conocidos como *aditivos*. Estos elementos ayudan a modificar el tiempo de curado, incrementar la resistencia a la compresión o la trabajabilidad.

Es indispensable que los aditivos cumplan con la norma ICONTEC 1299 “Aditivos químicos para el hormigón”. (DECONCRETO OXACA S.A, 2016).

### Colorantes

El compuesto puede contener pigmentos añadidos para darle a los blocks de cemento un color uniforme en toda su superficie, o bien, la superficie de los bloques se puede recubrir con un esmalte horneado para generar un diseño decorativo o para darle protección ante el ataque químico. (DECONCRETO OXACA S.A, 2016).

### Fórmula

*Tabla N° 9. Fórmula para fabricación de bloques*

Cantidad	Mezcla m <sub>3</sub>	Agua Litros	Cemento	Arena	Grava	F + G
60 Bloques	1	40	50 Kg	150 Kg	200 Kg	0,4
120 Bloques	2	80	100 Kg	300 Kg	400 Kg	0,4
240 Bloques	3	160	200 Kg	600 Kg	800 Kg	0,4
480 Bloques	4	320	400 Kg	1200 Kg	1600 Kg	0,4
960 Bloques	5	640	800 Kg	2400 Kg	3200 Kg	0,4

**FORMULA PARA FABRICACIÓN DE BLOQUES DE CEMENTO**

Fuente: (BLOQUERAS.ORG, 2015)

### Diseño de bloques de concreto

Según BLOQUERAS.ORG, 2015, los tamaños y formas de los bloques más usados en el mundo, se han convertido en un estándar para garantizar la construcción uniforme de los edificios.

Es por ello que aquí te presentamos las características de los bloques de concreto estándar o más utilizados:

## Medidas

Las medidas o dimensiones de los blocks de concreto más comunes se encuentran estandarizados en **10x20x40 cm**, **15x20x40 cm** y **20x20x40 cm**, (BLOQUERAS.ORG, 2015).

## Tipos

BLOQUERAS.ORG, 2015, clasifica los modelos de manera general de acuerdo a los tipos de bloques:

- a. **De gafa:** Son el modelo más usual. En ocasiones se utiliza con los huecos de forma horizontal para permitir un poco de visión y dar paso al aire con el exterior.
- b. **Multicámara:** Los huecos internos de este modelo se encuentran compartimentados. Este tipo de blocks se ocupan habitualmente cuando se quiere construir una pared de una sola hoja.
- c. **De carga:** Suelen ser más macizos y se utilizan para muros que tienen funciones estructurales.
- d. **Acabado:** Además, aquí te mostramos una clasificación de los bloques según su acabado o diseño:
  - Bloque Normal para revestir
  - Bloque macizo
  - Bloque de columna
  - Bloque para muro armado
  - Bloque tipo H
  - Bloque en U
  - Bloque cara vista
  - Bloque liso
  - Bloque split
  - Bloque punta de diamante
  - Celosías
  - Hidrobloc
  - Bloques antihumedad multicámara

## Proceso de fabricación

Una condición imprescindible que deben satisfacer los bloques es su uniformidad, no sólo en lo relativo a las regularidades de sus dimensiones, en especial su altura, sino también en cuanto a la densidad, calidad, textura superficial y acabado. (Arrieta y Peñaherrera, 2001).

La uniformidad de los bloques depende en gran medida de su proceso de fabricación y del mismo, son factores determinantes los siguientes:

- La cuidadosa selección de los agregados.
- El correcto estudio de la dosificación.
- El adecuado diseño del bloque.
- Una perfecta ejecución del mezclado, moldeo y compactación.
- Un adecuado curado y almacenamiento.

En resumen, será necesario controlar durante la producción: la dosificación de la mezcla, la cual se recomienda sea en lo posible en peso, pero pudiéndose dosificar en volumen utilizando latas, cajones o carretilla; además se debe controlar el tiempo de mezclado; el slump o asentamiento; el peso unitario del concreto fresco; el tiempo de vibrado y, los procesos de desmolde y curado de las unidades. (Arrieta y Peñaherrera, 2001).

#### *Dimensionamiento*

Según Arrieta y Peñaherrera, 2001. La falta de uniformidad en las medidas de la unidad hace difícil construir un elemento estructural perfectamente vertical y libre de irregularidades que provocan excentricidad de la carga, generando esfuerzos flexionantes adicionales. La fabricación usualmente comprende una gama de bloques que, manteniendo su altura y largo constantes, diferenciándose por sus anchos: 10, 12, 14 y 20 cm según las funciones, de muro o tabique, que deba cumplir según diseño.

Los bloques a su vez presentan dos alvéolos de 13cm x 8cm cada uno, los mismos que se corresponden verticalmente en las mamposterías, de hilada en hilada, lo que da lugar a la formación de ductos que se usan con distintas finalidades. (Arrieta y Peñaherrera, 2001).

#### **Propiedades físicas del bloque**

· *Densidad.* Nos permite determinar si un bloque es pesado o liviano, además indica el índice de esfuerzo de la mano de obra o de equipo requerido para su manipulación desde su fabricación hasta su asentado. (Arrieta y Peñaherrera, 2001).

· *Absorción.* La absorción del agua se mide como el paso del agua, expresado en porcentaje del peso seco, absorbido por la pieza sumergido en agua según la norma NTP 339.007. Esta propiedad se relaciona con la permeabilidad de la pieza, con la

adherencia de la pieza y del mortero y con la resistencia que puede desarrollar. (Arrieta y Peñaherrera, 2001).

·*Eflorescencia*. Son concentraciones generalmente blanquecinas que aparecen en la superficie de los elementos de construcción, tales como ladrillos, rocas, concretos, arenas, suelos, debido a la existencia de sales. El mecanismo de la eflorescencia es simple; los materiales de construcción expuestos a la humedad en contacto con sales disueltas, están sujetos a fenómenos de eflorescencia por capilaridad al posibilitar el ascenso de la solución hacia los parámetros expuestos al aire; allí el agua evapora provocando que las sales se depositen en forma de cristales que constituyen la eflorescencia. (Arrieta y Peñaherrera, 2001).

### **Propiedades mecánicas del bloque**

· Resistencia a la compresión: La propiedad mecánica de resistencia a la compresión de los bloques de concreto vibrado, es el índice de calidad más empleado para albañilería y en ella se basan los procedimientos para predecir la resistencia de los elementos estructurales. (Arrieta y Peñaherrera, 2001).

La resistencia a la compresión axial (NTP 339.007) se determina mediante la aplicación de una fuerza de compresión sobre la unidad en la misma dirección en que trabaja en el muro. Durante el ensayo, debe tomarse como precaución el enrasa de la cara en contacto con la cabeza de la prensa de compresión, para garantizar una distribución uniforme de la fuerza. (Arrieta y Peñaherrera, 2001).

### **Propiedades acústicas y térmicas del bloque**

Las transmisiones de calor a través de los muros son un problema que afecta el confort y la economía de la vivienda en las zonas cálidas y frías debido al alto costo que representa el empleo de aislantes o de calefacción, según sea el caso.

Los bloques tienen un coeficiente de conductividad térmico variable, en el que influyen los tipos de agregados que se utilice en su fabricación y el espesor del bloque. En general, la transmisión es mayor la que ofrece un muro de ladrillo sólido de arcilla cocida de igual espesor. Se puede bajar la transmisión térmica de los muros revocándolos con mortero preparados con agregados livianos de procedencia volcánica.

En lo referente a la absorción y a la transmisión del sonido, los bloques tienen capacidad de absorción variable de un 25 % a un 50%; si se considera un 15% como valor aceptable

para los materiales que se utilizan en construcción de muros, la resistencia de los bloques a la transmisión del sonido viene a ser superior a la de cualquier otro tipo de material comúnmente utilizado. (Arrieta y Peñaherrera, 2001).

## Bloques según Norma E.070

*Tabla N<sup>o</sup> 10. Clase de unidad de albañilería para fines estructurales*

CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN (máxima en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN f' <sub>c</sub> mínimo en Mpa (kg/cm <sup>2</sup> ) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
Ladrillo I	± 8	± 6	± 4	10	4,9 (50)
Ladrillo II	± 7	± 6	± 4	8	6,9 (70)
Ladrillo III	± 5	± 4	± 3	6	9,3 (95)
Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	4	12,3 (130)
Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	2	17,6 (180)
Bloque P (1)	± 4	± 3	± 2	4	4,9 (50)
Bloque NP (2)	± 7	± 6	± 4	8	2,0 (20)

(1) Bloque usado en muros portantes

(2) Bloque usado en muros no portantes

*Fuente: Norma E.070, 2006.*

## Pruebas

- a) **Muestreo.** - El muestreo será efectuado a pie de obra. Por cada lote compuesto por hasta 50 millares de unidades se seleccionará al azar una muestra de 10 unidades, sobre las que se efectuarán las pruebas de variación de dimensiones y de alabeo. Cinco de estas unidades se ensayarán a compresión y las otras cinco a absorción. (Norma E.070, 2006).
- b) **Resistencia a la Compresión.** - Para la determinación de la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería, se efectuará los ensayos de laboratorio correspondientes, de acuerdo a lo indicado en las Normas NTP 399.613 y 339.604. La resistencia característica a compresión axial de la unidad de albañilería (f'<sub>b</sub>) se obtendrá restando una desviación estándar al valor promedio de la muestra. (Norma E.070, 2006).

- c) **Variación Dimensional.** - Para la determinación de la variación dimensional de las unidades de albañilería, se seguirá el procedimiento indicado en las Normas NTP 399.613 y 399.604. (Norma E.070, 2006).
- d) **Alabeo.** - Para la determinación del alabeo de las unidades de albañilería, se seguirá el procedimiento indicada en la Norma NTP 399.613. (Norma E.070, 2006).
- e) **Absorción.** - Los ensayos de absorción se harán de acuerdo a lo indicado en las Normas NTP 399.604 y 399.613. (Norma E.070, 2006).

### **Ventajas del bloque de concreto**

En efecto, además de su costo reducido por metro cuadrado de muro, ofrece las siguientes ventajas económicas:

- El empleo de bloques de concreto permite una reducción apreciable en la mano de obra con relación a otros sistemas, tanto por el menor número de unidades a colocar (12 1/2 bloques por m<sup>2</sup> de pared), como por la simplificación de tareas.
- El muro de bloques de concreto requiere menor cantidad de mortero, lo que significa economía de mano de obra y de materiales.
- Los paramentos de la albañilería de bloques resultan lisos y regulares, por lo cual no exigen necesariamente revestimiento. Eventualmente se puede mejorar el respecto con pintura de cemento. En caso que se especifique revestimiento, el censor del revoque es reducido, por lo que se obtiene economía de materiales y de mano de obra.
- El empleo de bloques de concreto facilita el refuerzo del muro.
- El muro con bloque de concreto presenta gran durabilidad y brinda al usuario confort térmico y acústico.

En el Perú la primera planta de bloques inició su producción en 1928 y sus productos se utilizaron en la construcción del primer barrio obrero del Callao. Posteriormente se instalaron dos fábricas más importantes, ubicadas, una en la antigua Chancadora del puente del ejército, y la otra en el Jr. Tingo María. El auge de la construcción urbana en Lima. Luego de la segunda guerra mundial, significó el desarrollo de la industria de bloques de concreto. (SENCICO, 2011).

El bloque está construido por cemento Pórtland; agregados como arena, piedra partida, granulados volcánicos, escorias, u otros materiales inertes y agua.

#### *Característica Geométrica*

Las características geométricas del bloque están dadas por sus dimensiones reales, que corresponden a la unidad prototipo. Se denomina dimensión nominal a la dimensión real más una junta de albañilería. (Norma E.070, 2006).

Se define el área de la sección recta como:

**Área bruta:** es el área normal al eje de los huecos sin descontar al área ocupada por éstos. Se obtiene de multiplicar sus dimensiones: largo por ancho.

**Área neta:** es el área bruta, descontando el área de los huecos. Las dimensiones de los bloques de concreto, de acuerdo a criterios de coordinación modular, son las recomendadas en la tabla.

#### *Especificaciones*

El requisito obligatorio para el bloque de concreto es de resistencia a la compresión y se establece por 5 tipos normalizados en la Tabla 11.

*Tabla Nª 11. Especificaciones del bloque de concreto*

TIPO	Resistencia mínima a la rotura por compresión en N/cm <sup>2</sup>	
	Promedio de 3 unidades	Individual
<b>B I</b>	40	35
<b>B II</b>	50	40
<b>B III</b>	70	55
<b>B IV</b>	100	80
<b>B V</b>	120	95

**Fuente: Norma E.070, 2006**

*Tabla N° 12. Clasificación de los bloques según resistencia*

TIPO	Dimensión (cm)	Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )
<b>B I</b>	10 X 20 X 40	40
	30 X 20 X 40	40
<b>B II</b>	10 X 20 X 40	50
	30 X 20 X 40	50
<b>B III</b>	10 X 20 X 40	70
	30 X 20 X 40	70
<b>B IV</b>	10 X 20 X 40	100
	30 X 20 X 40	100
<b>B V</b>	10 X 20 X 40	120
	30 X 20 X 40	120

**Fuente: NTP No 339.005, 2001**

### **Curado de bloques**

Un curado adecuado es vital para producir un concreto sano estructuralmente y para prevenir también un deterioro temprano, mientras que un sellado correcto extiende la vida útil del concreto. Para tener un curado conveniente debe retenerse suficiente humedad por un tiempo determinado para que se logre la hidratación. (DECONCRETO OXACA S.A, 2016).

La reacción química entre el agua y el cemento inicia el fraguado y, eventualmente, endurece el concreto. El método de curado debe considerar también condiciones externas como la temperatura del aire, la humedad, el viento, etc. (DECONCRETO OXACA S.A, 2016).

El curado resulta muy importante cuando se coloca concreto en condiciones climáticas severas; ambientes cálidos, secos, superficies expuestas al sol directamente o los vientos, las cuales aceleran la pérdida de humedad y aumenta las posibilidades de fisuras y fracturas en el concreto. (DECONCRETO OXACA S.A, 2016).

Por el contrario, en climas fríos deben tomarse precauciones especiales pues la hidratación es muy lenta. Un curado adecuado implica mantener ciertas condiciones de temperatura y humedad, tanto en el interior del concreto como en las áreas expuestas. El curado del concreto es imperativo por tres motivos básicos:

1. Permitir que el concreto logre las características de diseño.
2. Minimizar la fisuración, el agrietamiento y el pandeo.
3. Aumentar las características de desgaste y extender la vida útil.

Para lograr la resistencia de diseño, el concreto debe manejarse para evitar una hidratación lenta o acelerada. Durante el proceso de hidratación, la pasta de cemento se endurece, y se vuelve más fuerte y densa. La ganancia en densidad resulta en una superficie más dura, menos porosa, más impermeable al agua y sales, y con superior resistencia a los ciclos de hielo/deshielo. (DECONCRETO OXACA S.A, 2016).

La ganancia en resistencia produce un aumento en las resistencias a la fisuración y el agrietamiento, tanto en el periodo de curado como después de este. Con una hidratación adecuada se mejoran la resistencia superficial, la durabilidad y la resistencia al desgaste. Las consideraciones de diseño deben incluir todos los factores envueltos en la ciencia y el arte del concreto:

- Calidad del agregado.
- Proporciones de mezcla y relación agua cemento.
- Operaciones de mezclado, colocación y acabado.
- Curado y sellado.

Así mismo, curar el concreto es esencial para lograr la resistencia de diseño deseada. Tiempo, costos y condiciones ambientales afectan el método de curado más adecuado para cada caso, ya sea curado húmedo, membranas con mantas de aislamiento o también compuestos líquidos formadores de membrana. Los métodos de curado húmedo, ya sea por inundación, rociado o vapor mantienen el agua continuamente en la superficie del concreto, lo cual se logra también si se cubre el concreto con plástico o papel.

Pero, en la realidad, muy a menudo resulta difícil emplear estos métodos en obra si se consideran los requerimientos del Instituto Americano del Concreto (ACI), Norma Estándar para el Curado del Concreto, la cual especifica que el curado se realice por un periodo mínimo de siete días. Mediante los métodos antes mencionados no siempre se puede satisfacer esta norma, entre otras razones porque en la mayoría de casos los cronogramas de obra no lo permiten. Así, los compuestos formadores de membrana se convierten en un método de curado muy práctico. Estos productos retienen la humedad en el concreto durante edades tempranas permitiéndole ganar resistencia a la

compresión y la abrasión, así como mejorar su densidad superficial y durabilidad frente a los ciclos de hielo y deshielo. (DECONCRETO OXACA S.A, 2016).

Los compuestos de curado forman una película en la superficie del concreto y reducen la evaporación del agua de mezcla, permitiendo que ocurra la hidratación del cemento. Además, la retención de humedad suministrada por estos compuestos es efectiva en la prevención del desarrollo de propiedades indeseables del concreto, como agrietamiento, pandeo, astillamiento y descascaramiento, formación de polvo y baja resistencia. (DECONCRETO OXACA S.A, 2016).

### **Diferencias entre el ladrillo de arcilla y el bloque de concreto**

Lo expuesto por S.L MACHINERY, 2011, la principal diferencia entre el bloque de concreto y el ladrillo de arcilla es la resistencia a la compresión.

La resistencia a la compresión es propiedad de cualquier material con la presión del soporte.

Pasando por los materiales se hacen ladrillos de arcilla y ladrillos de concreto, los ladrillos de concreto tienen mucha más resistencia a la compresión.

La segunda diferencia es la resistencia al agua. Los ladrillos de concreto tienen más resistencia al agua y no absorben agua, esto los hace casi impermeables y siempre es beneficioso para las actividades de construcción.

La vida útil del hormigón es menor que la de los ladrillos de arcilla. El hormigón funciona bien durante alrededor de 60 a 100 años, mientras que el ladrillo de arcilla se sabe que duran 1000 años y más.

Los bloques de concreto no respetan el medio ambiente, mientras que los ladrillos de arcilla se componen de recursos naturales, y aparte de la cocción de ladrillos, todo está bien con el medio ambiente.

Finalmente, como arquitecto, hay belleza en ladrillos de arcilla y fuerza en ladrillos de concreto.

### **Bloques de mortero**

Los bloques de Mortero se obtienen de la mezcla de [cemento + arena + agua/o Él puede tener función estructural, o no tenerla. Los pañetes, por ejemplo, no poseen función

estructural; los morteros usados en mampostería (pega o relleno), o los usados para fundir elementos estructurales, sí poseen tal función.

De acuerdo con su origen, los morteros pueden ser premezclados en planta, premezclados secos, o elaborados en obra. De acuerdo con su dosificación ha sido costumbre hablar de morteros de relación l: n (1:3 Ó 1:4, etc.), queriendo indicar partes de cemento: arena; sin embargo, bajo esta denominación se ha incurrido casi siempre en un error implícito por lo siguiente:

- No es claro si se trata de partes en masa o en volumen.
- Varios morteros con la misma relación 1: n, y con igual manejabilidad, pueden arrojar diferentes resistencias a compresión a los 28 días, en razón de la granulometría de la arena utilizada. Como quiera que uno de los usos fundamentales de los morteros es el referido a la mampostería, se definen entonces por las normas las siguientes categorías:
  - Morteros premezclados húmedos: son los morteros constituidos por materiales cementantes, agregados, agua y eventualmente aditivos, los cuales son proporcionados y mezclados en planta. Puede tratarse de morteros convencional, eso morteros de larga vida que permiten su almacenamiento en estado fresco hasta 48 horas, de forma que su proceso de fraguado sólo se inicia una vez entra en contacto con las unidades de mampostería.
  - Morteros remezclados secos: son los morteros constituidos por materiales cementantes, agregados secos y aditivos en polvo, los cuales son proporcionados y mezclados en planta. El proceso de mezclado del mortero seco debe concluirse en el sitio de la obra, con la adición controlada de agua, siguiendo recomendaciones del fabricante.

Las proporciones de los agregados deben permitir la mayor compactación posible, con un mínimo de cemento. Esto ahorra dinero. El fabricante de las maquinas normalmente suministra unas dosificaciones, que servirán como guías para hacer las pruebas necesarias. Es importante que se realicen varios diseños de mezcla para poder determinar cual ofrece mejor relación costo-beneficio.

***Dosificación por Peso o por Volumen:*** Es inherente a la infraestructura de la que se dispone. Normalmente un sistema de dosificación por peso es costoso. Este es el mejor sistema, sin embargo, es posible hacer una buena dosificación por volumen, esto implica hacer equivalencias peso-volumen (Kg-Lt) y supervisar que siempre se mantenga la misma cantidad. Los recipientes utilizados para esta dosificación siempre deben ser los mismos. La dosificación dependerá del tipo de prefabricado a producir y de la resistencia solicitada.

**Relación Agua-Cemento:** (a/c). En los prefabricados de concreto la mezcla debe ser seca, Utilizando la menor cantidad de agua posible porque se necesita que el elemento se sostenga por sí mismo. La relación a/c es uno de los parámetros que afecta la resistencia del concreto, pues a medida que aumenta, aumentan los poros en la masa y por ende disminuye la resistencia.

**Humedad Natural:** Normalmente es común recibir los agregados con cierto grado de humedad por lo que se recomienda dejarlos reposar al menos 2 días, si esto no es posible entonces se debe determinar el porcentaje de humedad para descontarlo del agua de hidratación y de esta forma no se nos altere la relación agua-cemento. Cantidad agua de absorción de los agregados: (% de absorción). Cuando en la mezcla se incorporan agregados secos es normal que estos absorban cierta cantidad de agua, por lo que debe determinarse este porcentaje para hacer la compensación respectiva y evitar que el concreto resulte con insuficiente agua de hidratación. Cantidad agua de Hidratación del Cemento: (% de hidratación). Es la cantidad de agua que necesita el cemento para poder hidratarse y llegar a obtener la resistencia exigida. Se determina por la relación a/c. (ANÓNIMO, 2011).

#### 2.2.4. Principios de la Termodinámica

La termodinámica es la parte de la física que estudia las transferencias de *calor*, la conversión de la *energía* y la capacidad de los sistemas para producir *trabajo*. Las leyes de la termodinámica explican los comportamientos globales de los sistemas macroscópicos en situaciones de equilibrio. (García, 2017).

**Primera Ley de la Termodinámica:** se refiere a la cantidad total de energía en el universo, y en particular declara que esta cantidad total no cambia, dice que la energía no se puede crear ni destruir, solo puede cambiarse o transferirse de un objeto a otro.

Esta ley puede parecer algo abstracta, pero si empezamos a ver los ejemplos, encontraremos que las transferencias y transformaciones de energía ocurren a nuestro alrededor todo el tiempo. Por ejemplo:

- Los focos transforman energía eléctrica en energía luminosa (energía radiante).
- Una bola de billar golpea a otra, lo que transfiere energía cinética y hace que la segunda bola se mueva.

Lo importante es que ninguna de estas transferencias es completamente eficiente. En cambio, en cada situación, parte de la energía inicial se libera como energía térmica. Cuando la energía térmica se mueve de un objeto a otro, recibe el nombre más familiar de calor. Es obvio que los focos de luz incandescente generan calor además de luz, pero las bolas de billar en movimiento también lo hacen (gracias a la fricción), como lo hacen las transferencias de energía química ineficientes del metabolismo vegetal y animal. (Khan Academy, 2017).

**Segunda Ley de la Termodinámica:** La energía no puede ser creada ni destruida, pero puede cambiar de formas más útiles a formas menos útiles. La verdad es que, en cada transferencia o transformación de energía en el mundo real, cierta cantidad de energía se convierte en una forma que es inutilizable (incapaz de realizar trabajo). En la mayoría de los casos, esta energía inutilizable adopta la forma de calor.

Aunque de hecho el calor puede realizar trabajo bajo las circunstancias correctas, nunca se puede convertir en otros tipos de energía (que realicen trabajo) con una eficiencia del 100%. Por lo que cada vez que ocurre una transferencia de energía, cierta cantidad de energía útil pasa de la categoría de energía útil a la inútil. (Khan Academy, 2017).

**La Entropía y la Segunda Ley de la Termodinámica:** El grado de aleatoriedad o desorden en un sistema se llama entropía. Puesto que sabemos que cada transferencia de energía resulta en la conversión de una parte de energía en una forma no utilizable (como calor) y que el calor que no realiza trabajo se destina a aumentar el desorden del universo, podemos establecer una versión relevante para la biología de la segunda ley de la termodinámica: cada transferencia de energía que se produce aumentará la entropía del universo y reducirá la cantidad de energía utilizable disponible para realizar trabajo (o en el caso más extremo, la entropía total se mantendrá igual). En otras palabras, cualquier proceso, como una reacción química o un conjunto de reacciones conectadas, procederá en una dirección que aumente la entropía total del universo. (Khan Academy, 2017).

**Calor:** Según Garcia, 2017. El calor no es una nueva forma de energía, es el nombre dado a una transferencia de energía de tipo especial en el que intervienen gran número de partículas. Se denomina calor a la energía intercambiada entre un sistema y el medio que le rodea debido a los choques entre las moléculas del sistema y el exterior al mismo

y siempre que no pueda expresarse macroscópicamente como producto de fuerza por desplazamiento.

Se debe distinguir también entre los conceptos de calor y energía interna de una sustancia. El flujo de calor es una transferencia de energía que se lleva a cabo como consecuencia de las diferencias de temperatura. La energía interna es la energía que tiene una sustancia debido a su temperatura, que es esencialmente a escala microscópica la energía cinética de sus moléculas.

El calor se considera positivo cuando fluye hacia el sistema, cuando incrementa su energía interna. El calor se considera negativo cuando fluye desde el sistema, por lo que disminuye su energía interna.

Cuando una sustancia incrementa su temperatura de  $T_A$  a  $T_B$ , el calor absorbido se obtiene multiplicando la masa (o el número de moles  $n$ ) por el calor específico  $c$  y por la diferencia de temperatura  $T_B - T_A$ .  $Q = nc(T_B - T_A)$

Cuando no hay intercambio de energía (en forma de calor) entre dos sistemas, decimos que están en equilibrio térmico. Las moléculas individuales pueden intercambiar energía, pero en promedio, la misma cantidad de energía fluye en ambas direcciones, no habiendo intercambio neto. Para que dos sistemas estén en equilibrio térmico deben de estar a la misma temperatura. (García, 2017).

**Conductividad Térmica:** Según Roca, 2017. Es una propiedad física que tienen los materiales y que les permite transferir la energía cinética de sus moléculas a otras adyacentes, o lo que es lo mismo, la capacidad que tienen para transferir el calor. Se trata de una magnitud intensiva. Una magnitud intensiva es aquella que no depende de la cantidad de moléculas que tiene un cuerpo o sistema. Su magnitud inversa es la resistencia térmica, que se define como la capacidad que tienen los materiales de bloquear la transferencia de calor.

Se mide en  $W/(K \cdot m)$  ( $W$ =vatios;  $K$ =Kelvin;  $m$ =metro). Eso sería proporcionalmente equivalente a  $J/(s \cdot K \cdot m)$  (Julios por segundo, Kelvin y metro). Así pues, según el Sistema Internacional de Unidades, la unidad de conductividad térmica es el flujo térmico de un vatio, sin intercambio de materia, entre dos planos paralelos de un metro cuadrado de la superficie de un objeto. La unidad de medida de la conductividad térmica, según el SI, se representa con la letra griega lambda ( $\lambda$ ). En Estados Unidos, también suele utilizarse la letra  $k$ .

La conductividad térmica viene dada por la Ley de Fourier, la cual establece que el flujo de calor a través de una superficie, un área (Q/A) es proporcional a la diferencia de temperaturas entre los distintos puntos del cuerpo (gradiente de temperaturas). (Roca, 2017).

Majed M. Al-Hazmy (2006) reporta el estudio de la transferencia de calor por convección natural y conducción acoplados, en un bloque con tres cavidades huecas, y encuentra que los huecos llenos de aire del bloque, contribuyen a la transferencia de calor, encontrándose que esta se reduce en un máximo de 36% si se rellenan con poliestireno común. Lacarrie`re y colaboradores (2006) estudiaron el desempeño térmico en estado transitorio de la transferencia de calor en un pieza de ladrillo de arcilla multiperforado de forma experimental.

Borbón y colaboradores (2010) realizan un estudio experimental de la resistencia térmica de un muro de bloque de concreto hueco de 12x20x40 centímetros, 2.00 m de alto, por 1.60 m de ancho, reproduciendo las condiciones ambientales para la ciudad Hermosillo, Sonora, en épocas de sobrecalentamiento; para mediciones en estado permanente se reporta una resistencia térmica promedio de 0.174 m<sup>2</sup> KW y utiliza la formula  $\lambda = \frac{Q_a \cdot L_1}{T_2 - T_1}$ , para determinar la conductividad térmica de un muro.

### 2.2.5. Albañilería

**Albañilería o mampostería:** Se define como un conjunto de unidades trabadas o adheridas entre sí con algún material, como el mortero de barro o de cemento. Las unidades pueden ser naturales (piedras) o artificiales (adobe, tapias, ladrillos y bloques). (Norma E.070, 2006).

**Albañilería armada:** Se conoce con este nombre a aquella **albañilería** en la que se utiliza acero como refuerzo en los muros que se construyen. (Norma E.070, 2006).

**Albañilería confinada:** Es la técnica de construcción que se emplea normalmente para la edificación de una vivienda. En este tipo de construcción se utilizan ladrillos de arcilla cocida, columnas de amarre, vigas soleras, etc. (Norma E.070, 2006).

**Muros Portantes:** Se denomina muro de carga o muro portante a las paredes de una edificación que poseen función estructural; es decir, aquellas que soportan otros elementos estructurales del edificio, como arcos, bóvedas, vigas o viguetas de forjados o de la cubierta. (Norma E.070, 2006).

**Superficie de apoyo:** Fase inferior del bloque en la posición en obra, que permite el apoyo sobre el mortero inferior, constituyendo la junta horizontal inferior. (Norma E.070, 2006).

**Junta Continua:** Junta de mortero que presenta uno o varios vacíos paralelos a los paramentos, sobre todo el largo del bloque (junta horizontal) o sobre toda su altura (junta vertical). (Norma E.070, 2006).

## 2.2.6. Ensayos a realizarse para el diseño del ecobloque

### a. Humedad natural del agregado

La humedad o contenido de humedad de un suelo es la relación, expresada como porcentaje, del peso de agua en una masa dada de suelo, al peso de las partículas sólidas. Este Modo Operativo determina el peso de agua eliminada, secando el suelo húmedo hasta un peso constante en un horno controlado a  $110 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}^*$ . El peso del suelo que permanece del secado en horno es usado como el peso de las partículas sólidas. La pérdida de peso debido al secado es considerada como el peso del agua. (MTC E 108, 2014).

$$Wn\% = \frac{Ww}{Ws} * 100\%$$

Donde:

*Wn:* Humedad natural (%)

*Ww:* Peso del agua (gf)

*Ws:* Peso seco del material(gf)

### b. Granulometría

Tiene como objetivo principal determinar cuantitativamente la distribución de tamaños de partículas de suelo.

Este Modo Operativo describe el método para determinar los porcentajes de suelo que pasan por los distintos tamices de la serie empleada en el ensayo, hasta el de 74 mm (Nº 200). Este Modo Operativo no propone los requisitos concernientes a seguridad. Es responsabilidad del usuario establecer las cláusulas de seguridad y salubridad correspondientes, y determinar además las obligaciones de su uso e interpretación. (MTC E 107).

$$\% \text{ Pasa N}^\circ 200 = \frac{\text{Peso total} - \text{Peso retenido en el tamiz N}^\circ 200}{\text{Peso total}} * 100$$

$$\% \text{ Retenido} = \frac{\text{Peso retenido en el tamiz}}{\text{Peso total}} * 100$$

$$\% \text{ Pasa} = 100 - \% \text{ Retenido acumulado}$$

**c. Peso unitario suelto**

Se determina colocando el material seco suavemente en el recipiente hasta el punto de derrame y a continuación a ras una carilla de 5/8". Se usa invariablemente para la conversión de peso a volumen, es decir para conocer el consumo de áridos por metro cubico de hormigón. (NTP 400.017, 2011)

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

**d. Peso unitario compactado**

Es cuando los granos han sido sometidos a compactación incrementado así el grado de acomodamiento de las partículas de agregado y por lo tanto el valor de la misma unitaria. (NTP 400.017, 2011)

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

**e. Gravedad específica**

También conocida como peso específico o densidad relativa, consiste en la relación o cociente que existe entre la densidad de una sustancia y la densidad de otra sustancia de referencia (es usual que en este caso se utilice agua). (Briceño, 2018).

$$GE (\rho_r) = \rho \text{ sustancia} / \rho_0 \text{ referencia}$$

GE = Es la gravedad específica

$\rho$  = Densidad de la sustancia

$\rho_0$  = Densidad del material referente

**f. Ensayo Termogravimétrico**

El análisis termogravimétrico (TGA) se usa para caracterizar las propiedades físicas y químicas de los materiales, en función de la temperatura en una atmósfera controlada de forma precisa.

Este método proporciona información valiosa para el control de calidad, el desarrollo y la investigación.

Las áreas de aplicación incluyen los termoplásticos, elastómeros, termoestables, metales y cerámica, así como una amplia gama de análisis en las industrias química, alimentaria, farmacéutica y de la construcción.

Un instrumento de TGA/DSC es aún más versátil porque combina un TGA con una DSC. El sistema puede acoplarse en línea a un espectrómetro de masas o FTIR para identificar la naturaleza de productos gaseosos desprendidos. (Toledo, 2015). En combinación con un generador de humedad, también puede utilizarse para estudiar los procesos de sorción. (Toledo, 2015).

#### ***g. Ensayo de tiempo de degradación del material***

Este ensayo se realizó mediante el mismo procedimiento del ensayo Termogravimétrico, donde se demostrará a cuanta temperatura máxima la fibra de coco se va degradar y en cuanto tiempo lo hará. (Laboratorio UNSM, 2019).

#### **2.2.7. Cemento Portland**

Según (ANÓNIMO, 2011), el Cemento Portland, uno de los componentes básicos para la elaboración del concreto, debe su nombre a Joseph Aspdin, un albañil inglés quien en 1824 obtuvo la patente para este producto. Debido a su semejanza con una caliza natural que se explotaba en la Isla de Portland, Inglaterra, lo denominó Cemento Portland.

Los cementos Portland son cementos hidráulicos compuestos principalmente de silicatos de calcio hidráulicos, esto es, fraguan y endurecen al reaccionar químicamente con el agua. En el curso de esta reacción, denominada hidratación, el cemento se combina con el agua para formar una pasta, y cuando le son agregados arena y grava triturada, se forma lo que se conoce como el material más versátil utilizado para la construcción: el concreto.

El clinker, la materia prima para producir el cemento, se alimenta a los molinos de cemento junto con mineral de yeso, el cual actúa como regulador del fraguado. La molienda conjunta de éstos materiales produce el cemento. Las variables a controlar y los porcentajes y tipos de materiales añadidos, dependerán del tipo de cemento que se requiera producir. El tipo de materias primas y sus proporciones se diseñan en base al tipo de cemento deseado. La norma ASTM C 150 establece ocho diferentes tipos de cemento, de acuerdo a los usos y necesidades del mercado de la construcción.

Clasificación de los cementos Tipo, nombre y aplicación:

I: Normal. Para uso general, donde no son requeridos otros tipos de cemento.

IA: Normal. Uso general, con incluso de aire.

II: Moderado. Para uso general y además en construcciones donde existe un moderado ataque de sulfatos o se requiera un moderado calor de hidratación.

IIA: Moderado. Igual que el tipo II, pero con incluso de aire.

III: Altas resistencias. Para uso donde se requieren altas resistencias a edades tempranas.

IIIA: Altas resistencias. Mismo uso que el tipo III, con aire incluido.

IV: Bajo calor de hidratación. Para uso donde se requiere un bajo calor de hidratación.

V: Resistente a la acción de los sulfatos. Para uso general y además en construcciones donde existe un alto ataque de sulfatos. (ANÓNIMO, 2011).

Este tipo de cemento es de uso general, y se emplea cuando no se requiere de propiedades y características especiales que lo protejan del ataque de factores agresivos como sulfatos, cloruros y temperaturas originadas por calor de hidratación.

**Tabla N° 13. Características de los cementos Portland**

Tipo*	Descripción	Características Opcionales
I	Uso General	1,5
II	Uso eneral; calor de hidratación moderado y resistencia a los sulfatos	1,4,5
III	Alta resistencia inicial	1,2,3,5
IV	Bajo calor de hidratación	4
V	Alta reistencia a los sultafos	5,6
Caratertíscas Opcionales		
1. Aire incluido, IA, IIA, IIIA.		
2. Resistencia moderada a los sulfatos: C3A máximo, 8%.		
3. Alta resistencia a los sulfatos: C3A máximo 5%.		
4. Calor de hidratación moderado: calor máximo de 290 kg (70 cal/g) a los días, o la suma de C3S y C3A, máximo 58%.		
5. Álcali bajo: máximo de 0.60%, expresado como Na2O equivalente.		
6. El límite de resistencia alternativa de sulfatos está basado en el ensayo de expansión de barras de mortero.		

**Fuente: (APUNTES BLOG INGENIERO CIVIL, 2010)**

### **Composición química del cemento**

64% óxido de calcio 21% óxido de silicio 5,5% óxido de aluminio 4,5% óxido de hierro 2,4% óxido de magnesio 1,6% sulfatos 1% otros materiales, entre los cuales principalmente agua.

Cuando el cemento Portland es mezclado con agua, se obtiene un producto de características plásticas con propiedades adherentes que solidifica en algunas horas después y endurece progresivamente durante un período de varias semanas hasta adquirir su resistencia característica. (BLOG INGENIERO CIVIL, 2010.)

### 2.2.8. Agua

Siempre será preferible cualquier agua natural potable, sin sabor u olor pronunciado. Sin embargo, algunas aguas no potables pueden aprovecharse para la elaboración de este material (concreto), en especial si los cubos de mortero producidos con ésta alcanzan resistencia a los siete días similares al menos a 90% de especímenes testigo fabricados con agua potable o destilada. Así, las impurezas excesivas en el agua no sólo pueden afectar el tiempo de fraguado y la resistencia del concreto, sino que también pueden provocar eflorescencia, manchas, corrosión del refuerzo, inestabilidad volumétrica y una menor durabilidad. De este modo, el agua con menos de dos mil partes de millón (ppm) de sólidos disueltos totales generalmente pueden ser utilizada de manera satisfactoria para elaborar concreto, pero la que contenga más de dos mil ppm de sólidos disueltos deberá ser ensayada para investigar su repercusión sobre la resistencia y el tiempo de fraguado. (ANÓNIMO, 2011).

## 2.3. Definición de términos básicos

- **Fibra de coco:** Es un tipo de sustrato cada vez más usado en semilleros y huertos urbanos ecológicos. Se obtiene como residuo de las fibras de los frutos del cocotero (*Cocos nucifera*). (Gosálbez, 2012).
- **Disipador de energía térmica:** Transfiere la energía por calor, del componente que refrigera, hacia el entorno, normalmente al aire. Para ello es necesaria una buena conducción térmica a través del mismo, por lo que se suelen fabricar de aluminio por su ligereza, pero también de cobre, cabe aclarar que el peso es importante ya que la tecnología avanza y por lo tanto se requieren disipadores más ligeros y con eficiencia suficiente para la transferencia de energía por calor al ambiente o entorno. (Malvino, 2000).
- **Energía térmica:** Se conoce como energía térmica a aquella energía liberada en forma de calor, es decir, se manifiesta vía calor, pasa de un cuerpo más caliente a otro que presenta una temperatura menor. (Ucha, 2011).

- **Diseño de mezclas:** Una mezcla se debe diseñar tanto para estado fresco como para estado endurecido. Las principales exigencias que se deben cumplir para lograr una dosificación apropiada en estado fresco son las de manejabilidad, resistencia, durabilidad y economía. (Osorio, 2018).
- **Mortero estructural:** Mortero de reparación estructural de un componente, reforzado con fibras. Se utiliza para regenerar el hormigón deteriorado por corrosión o diferentes causas. (Sika, 2014).
- **Celulosa:** Es un biopolímero compuesto exclusivamente de moléculas de  $\beta$ -glucosa (desde cientos hasta varios miles de unidades), pues es un homopolisacárido. La celulosa es la biomolécula orgánica más abundante ya que forma la mayor parte de la biomasa terrestre. Igualmente la pueden producir algunos seres vivos que pertenezcan al reino protista. (Martínez, 2015).
- **Ecobloque:** Es el desarrollo de este bloque de auto-construcción que requirió simultáneamente la creación de un material de ingeniería ecológico o material compuesto: WCC1 (Wood-Concrete-Composite: material compuesto de concreto-materia orgánica) desarrollado para arquitectura sustentable. Como referencia el ecobloque posee una matriz cerámica más el agregado de biomasa (viruta) producto del desperdicio de la producción de materias orgánicas, como madera, cascaras de frutos, entre otros, con un agente estabilizante. (EcolInventos, 2017).

## **CAPÍTULO III: MATERIAL Y MÉTODOS**

### **3.1. Materiales**

La materia prima que es la fibra de coco, lo trajimos del distrito de Pucacaca, provincia de Picota, departamento de San Martín, delimitada entre las coordenadas de Longitud: O76°21'46.98" y Latitud: S6°50'24.83"

Se eligió coger los cocos de este distrito, por su rica variedad y abundancia, ya que además el 70% de la planta es desperdiciado. Además, uno de los pobladores de esta zona y comerciante de coco, nos brindó la total disponibilidad de llevar todo el material necesario hacia nuestro lugar de procesamiento para la fabricación.

Equipos y herramientas de laboratorio usados en los ensayos:

- ✓ Balanza con precisión de 0.1%
- ✓ Horno
- ✓ Recipientes
- ✓ Juego de Tamices
- ✓ Cucharón
- ✓ Prensas a compresión y flexión
- ✓ Analizador Termogravimétrico
- ✓ Palanas

Materiales usados en los ensayos y en la elaboración del ecobloque

- ✓ Arena (Cantera Cumbaza)
- ✓ Cemento Portland Tipo I
- ✓ Fibra de coco (Cantera Pucacaca)
- ✓ Agua

Otras herramientas usadas

- ✓ Cuchillos
- ✓ Cámara fotográfica
- ✓ Carretilla
- ✓ Moldes de metal para los bloques
- ✓ Martillo

### ***Procedimiento para la elaboración del ecobloque utilizando la fibra de coco***

1. Obtención de la fibra de coco de forma natural:

- Se obtuvo los cocos de una plantación de 3 hectáreas en la localidad de Pucacaca, específicamente cogimos una pequeña cantidad.
- Se tiene que extraer el agua de coco, para que después se quite la fibra más doble y amarillezca, la cual no fue utilizada.

- Se parten los cocos, empezamos a martillear encima de una madera a la cascara total del coco.
- Con forme se va martilleando la fibra se va esponjando y se va obteniendo de forma muy delgada.
- Paso siguiente se extrae la fibra ya prensada con el martillo.
- Pasamos a solear en una calamina, ya que la fibra obtenida tiene mucha humedad por la gran absorción de agua que esta puede retener.

## 2. Realización de los ensayos de la fibra de coco:

- Ensayos Termogravimetría, sirve para caracterizar las propiedades físicas y mecánicas de la fibra de coco, además se determinan los diferentes perfiles que sufre la fibra de coco durante el proceso de calentamiento en el horno. Este ensayo se realizó en el Laboratorio de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de San Martín.
- Ensayo de degradación térmica, con este ensayo demostramos en cuanto tiempo la fibra de coco se va degradar, y con qué temperaturas máximas se convierte totalmente en ceniza.
- Una vez obtenido los resultados de los ensayos hechos a la fibra de coco, tuvimos la autorización profesional de los técnicos encargados del laboratorio de la UNSM, quienes con toda la formalidad nos emitieron los resultados donde prueba que este elemento orgánico no tiene impactos negativos hacia el concreto.

## 3. Realización de la mezcla:

- Contamos con una mitad de cemento Portland Tipo I, tres baldes de 15 litros de arena del Cumbaza, tres baldes de 15 litros de fibra de coco secos, y agua.
- Previamente se tiene que pasar petróleo al molde para que el concreto no pueda pegar en ella.
- Se realiza la mezcla, primeramente, mezclamos la arena y el cemento, para después adherir la fibra de coco, las primeras muestras lo hicimos con fibra de coco largas, las siguientes con fibras más pequeñas y menudas.
- Adherimos el agua, a la mezcla con mucho cuidado, no debemos de poner demasiada agua, porque la mezcla debe de quedar un poco seca, ya que la fibra de coco contiene mucha celulosa.
- Mezclamos todos los elementos hasta obtener un material compacto, para que después con una palana lo pongamos en el molde.

- Se llena hasta la mitad del molde, y en una madera cogiendo con las dos manos el recipiente de la parte de abajo se dan tres golpes en la madera para que la mezcla pueda distribuirse de la mejor manera y no queden vacíos en el resultado final.
- Una vez lleno el molde, con la plancha de la palana, se dan unos cuantos golpes al ras de la mezcla, para obtener un bloque compacto.
- Se coge el molde con las dos manos de la parte de abajo, y se lleva a un lugar sombrío donde se da la vuelta el molde y con mucho cuidado y rapidez se quita el recipiente, quedando así solo el bloque ya elaborado.

#### 4. Curado según la NTP 339.005.

- El curado de los ecobloques consiste en mantener los ecobloques húmedos para permitir que continúe la reacción química del cemento, con el fin de obtener una buena calidad y resistencia especificada. Por esto es necesario curar los ecobloques como cualquier otro producto hecho de concreto.
- Los ecobloques se deben colocar en rumas de máximo cuatro unidades y dejando una separación horizontal entre ellas de dos centímetros, como mínimo, para que se puedan humedecer totalmente por todos los lados y se permitan la circulación de aire.
- Para curar los ecobloques se riega periódicamente con agua durante siete días. Se humedecen los bloques al menos tres veces al día o lo necesario para que no se comiencen a secar en los bordes. Se les puede cubrir con plásticos, papeles o costales húmedos para evitar que se evapore fácilmente el agua.
- El curado se puede realizar también sumergiendo los ecobloques en un pozo o piscina llena de agua saturada con cal, durante un periodo de tres días.  
Lo más recomendado para el proceso de curado, y también para el almacenamiento, es hacer un entarimado de madera, que permita utilizar mejor el espacio y al mismo tiempo evitar daños en los ecobloques.

#### 5. Secado y Almacenamiento

- La zona destinada para el almacenamiento de los ecobloques debe ser suficiente para mantener la producción de aproximadamente dos semanas y permitir que después del curado los bloques se sequen lentamente.
- La zona de almacenamiento debe ser totalmente cubierta para que los ecobloques no se humedezcan con lluvia antes de los 28 días, que es su período de endurecimiento. Si no se dispone de una cubierta o techo, se debe proteger con plástico.

- Aunque los ecobloques fabricados siguiendo todas las recomendaciones, presentan una buena resistencia, se debe tener cuidado en su manejo y transporte.
  - Los ecobloques no se deben tirar, sino que deben ser manipulados y colocados de una manera organizada, sin afectar su forma final.
6. Control de calidad, (Las definiciones fueron tomadas del Programa Científico: Fabricación de bloques de concreto con una mesa vibradora, del Cismid, Doctor Arrieta, 2011).

- a.) Dimensionamiento. Se mide en cada espécimen entero el largo, el ancho y la altura, con la precisión de 1mm; cada medida se obtiene como el promedio de tres medidas en los bordes y al medio en cada cara. Los ecobloques de concreto deben tener una altura no mayor de 20 cm., un ancho menor de 20 cm., un largo menor de 40 cm.
- b.) Alabeo. Es un defecto que tiene el ladrillo de presentar una deformación superficial en sus caras; el alabeo se presenta como concavidad o convexidad.

Para medir la concavidad, se coloca el borde recto de la regla longitudinalmente, y se introduce la cuña en el punto correspondiente a la flecha máxima.

Para la medición de la convexidad se apoya el ladrillo sobre una superficie plana, se introduce en cada vértice opuesto diagonalmente en dos aristas, buscando el punto para la cual en ambas cuñas se obtenga la misma medida.

- c.) Resistencia a la compresión. Es su propiedad más importante; además de definir el nivel de su calidad estructural, también define el nivel de su resistencia al intemperismo o cualquier otra causa de deterioro. Los bloques deben tener una resistencia máxima a la compresión de 70 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días.
- d.) Absorción de agua. Es la propiedad del material de atrapar agua, se determina pesando el material seco (llevándolo al horno a 110°C), luego se introduce al agua durante 24 horas y se obtiene el peso saturado.

Si no se dispone de facilidades para secar toda la muestra o pesar la unidad entera, los especímenes pueden ser fraccionados en unidades pequeñas, cuyo peso no sea menor del 10% de la unidad entera y que tenga toda la altura. El porcentaje de absorción no debe ser mayor a un 12%.

Para saber si el ecobloque cumple o no la función de un elemento disipador de calor, se elaboraron prototipos que demuestren la cantidad de calor que puede pasar por los bloques en horas que la emisión del calor es muy elevada, utilizando un termómetro.

### 3.2. Metodología

El tipo de investigación será de estudio correlacional, porque el objetivo prima en analizar las relaciones entre las dos variables ( $X_1$  y  $Y_1$ ), donde se medirá la influencia de la adición de la fibra de coco, como elemento disipador de energía al bloque.

#### 3.2.1. Diseño de la investigación

El diseño de la investigación será Experimental, con el que se comprobará o refutará la hipótesis planteada, en forma matemática junto con el análisis estadístico.

Tratándose este proyecto sobre el diseño de un bloque, con adición de fibra de coco como elemento disipador de energía, la experimentación formará parte natural de la investigación científica, por ser de carácter también tecnológico, donde será fundamental conocer los factores que influyen realmente y estimar esta influencia en la variable independiente.

Se cumplen los requisitos, puesto que solo una variable puede ser manipulada y probada.

**Tipo:** Cuantitativo experimental, examina los datos de manera numérica.

**Metodología:** Estadística, se hará uso de la estadística para obtener resultados.

#### 3.2.2. Variables, operacionalización

**Variables:**

- **Primera Variable**

$X_1$ : La fibra de coco como elemento disipador de energía térmica.

- **Segunda Variable**

$X_2$ : Diseño del ecobloque.

**Operacionalización**

- **Primera Variable:** Fibra de coco como elemento disipador de energía térmica.

**Definición Conceptual:** Es un sustrato orgánico, 100% natural y renovable. Se procesa de diferentes maneras en función del uso agronómico al que esté destinado. La fácil rehidratación del material permite su secado y prensado en origen lo que minimiza los gastos de transporte y facilita la manipulación por el usuario final. (ISPEMAR S.C.A, 2016).

**Definición Operacional:** La fibra de coco ayudará a que la energía que emite el sol pueda ser disipado mediante el uso sostenido de este, además de obtener un producto ecoamigable con el medio ambiente.

- **Segunda Variable:** Diseño del ecobloque

**Definición Conceptual:** El diseño de los ecobloques se llevará a cabo mediante la combinación del cemento portland, la arena y la fibra de coco, se comprobarán los resultados mediante los diferentes ensayos que se realizarán.

**Definición Operacional:** El diseño del ecobloque a base de la fibra de coco, será de gran ayuda a las poblaciones de la selva ya que en tiempos de verano se mitigará un poco el calor, ya que las propiedades físicas con las que cuenta la fibra de coco, la hace un material disipador de energía.

*Tabla N° 14. Operacionalidad de Variables*

<b>Variables</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Índices</b>
<b>Primera Variable :(X<sub>1</sub>)</b> <b>X<sub>1</sub>:</b> La fibra de coco como elemento disipador de energía térmica.	Densidad normalizada de la fibra de coco.	L
	Absorción de la fibra de coco	%
	Peso específico	kgf/m <sup>3</sup>
	Porcentaje de humedad	%
	Longitud y tipo de fibra	Cm
	Porcentaje de fibra	%
<b>Segunda Variable:(Y<sub>1</sub>)</b> <b>Y<sub>1</sub>:</b> Diseño del ecobloque	Dimensionamiento y peso volumétrico	
	Alabeo	-
	Color y Textura de la muestra	Aspecto
	Resistencia al fuego (°C)	Minutos
	Resistencia a la compresión	Unidad y Murete
	Resistencia a Flexión (aplicando tres cargas en tres secciones equidistantes de un ladrillo)	Unidad Kg/cm <sup>2</sup>
	Prueba de Absorción	%
	Aislamiento Térmico	

**Fuente: Elaboración propia, 2019.**

### **3.2.3. Población y Muestra**

#### **Población**

Fibra de coco utilizada para fabricación del bloque.

#### **Muestra**

25 Unidades de los ecobloques fabricados con la fibra de coco como elemento disipador de energía.

### **3.2.4. Técnica, instrumentos y procedimiento de recolección de datos.**

La técnica e instrumentos que más utilizaremos en la ejecución de este proyecto, en la cual los tesisistas participaremos activamente de las actividades que se llevarán a cabo, para conocer mejor el sistema de diseño de los ecobloques, serán:

#### **a. La observación – Directa.**

Este instrumento servirá para acumular y sistematizar información sobre un hecho o fenómeno social que tiene relación con el problema que motiva la investigación y será desarrollado en dos fases:

Primero: Documentaremos los procesos de diseño de ecobloques, con adición de la fibra de coco como elemento disipador de energía y posteriormente organizaremos formalmente las notas, ediciones e impresiones sobre el producto.

Segundo: Revisaremos los resultados y conclusiones.

#### **b. Revisión y análisis de contenido**

Esta técnica nos permitirá reducir y sistematizar cualquier tipo de información acumulado. Se realizará una revisión de los registros anteriores sobre la aplicación de la fibra de coco en el diseño de ecobloques y sobre las producciones anteriores, para verificar si el uso de este elemento fue positivo o incrementó el valor estructural de los productos finales, esto con la finalidad de analizar la eficiencia de la fibra de coco, ya que sería un factor importante en la determinación de las propiedades del nuevo producto a diseñar.

#### **c. Datos secundarios**

Estos datos obtenidos de fuentes secundarias, como reportes técnicos, tesis, revistas y otros documentos existentes merecen un tratamiento objetivo especial. Para el análisis de datos secundarios, se establecerá brevemente lo que representa el dato en el sistema; por ejemplo, la descripción para fecha de experimentos, indica que es la fecha en la cual se está preparando la misma.

Las descripciones de datos serán escritas de tal manera que personas que no conocen del tema, puedan entenderlo, evitando termino especiales.

#### **d. Experimento.**

El experimento es el proceso donde se efectuarán los ensayos previstos para la recolección de datos referentes a propiedades físicas y mecánicas de las unidades de ladrillo elaborado con fibra de coco, y su administración respectiva, que permitirán evaluar su eficiencia en función al problema motivo de investigación.

Este proceso se llevará a cabo durante la aplicación definitiva de la técnica a la realización del trabajo de campo.

#### **3.2.5. Criterios de inclusión y exclusión**

##### **Criterios de inclusión**

Se tomarán en cuenta sólo la fibra de coco, y no se podrá utilizar los otros elementos del coco, dado que esa parte es la que contiene muchas propiedades mecánicas y físicas que ayudan a la resistencia y disipación de energía.

##### **Criterios de exclusión**

No se tomarán en cuenta otras partes del coco, la carne, el agua entre otros, porque estos elementos tienen un diferente uso y no es en la construcción.

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS

### 4.1. Ensayo de Termogravimetría de la fibra de coco

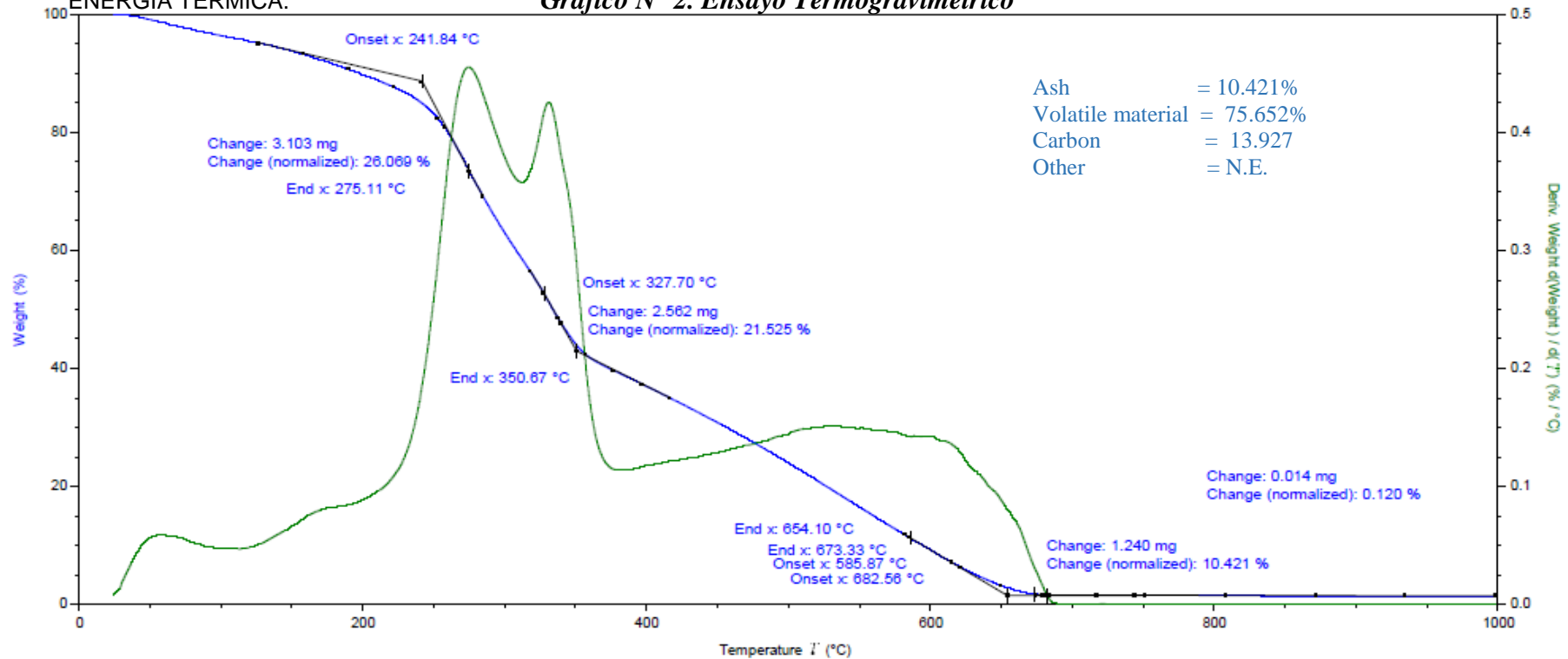
#### ENSAYO DE TERMOGRAVIMETRÍA

Norma ASTM C-618

TESIS: DISEÑO DE ECOBLOQUE PARA MUROS DE VIVIENDAS, UTILIZANDO LA FIBRA DE COCO COMO ELEMENTO DISIPADOR DE

ENERGIA TÉRMICA.

*Gráfico N° 2. Ensayo Termogravimetrico*



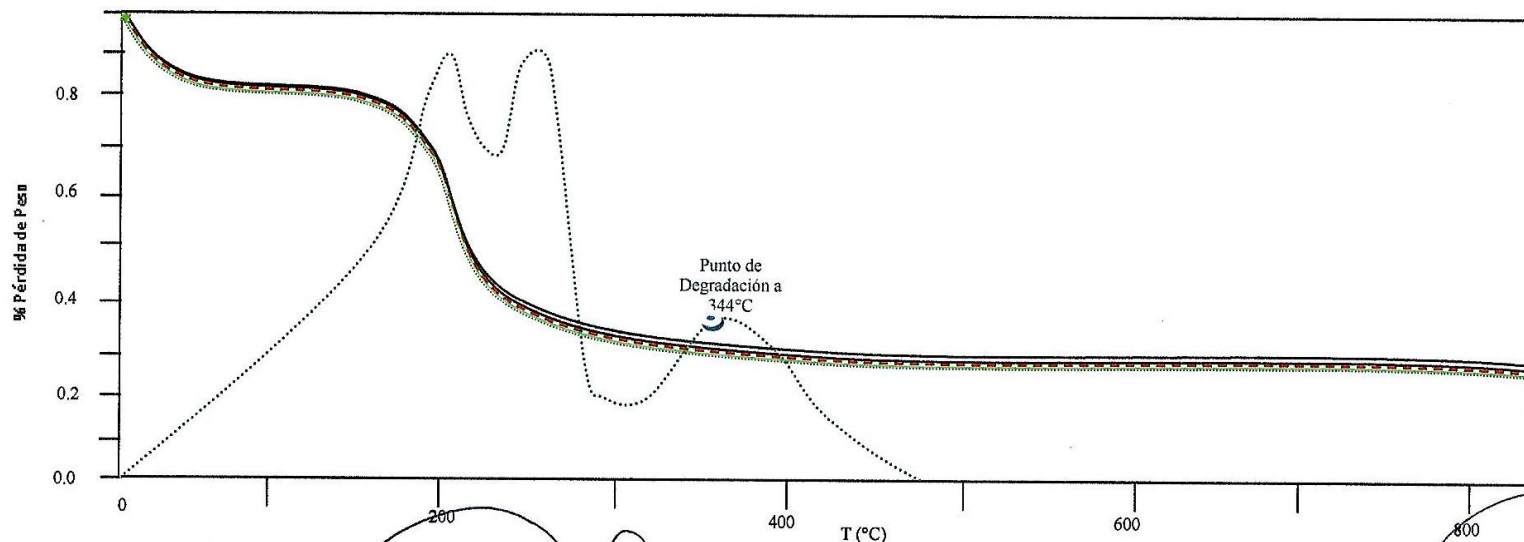
**Observaciones:** La muestra no se volatiliza a partir 710 °C

**Fuente:** Laboratorio UNSM, 2019.

Se determinó el perfil de degradación de la fibra de coco mediante el proceso de calentamiento, y la pérdida de peso que este material obtiene. Además, se obtuvieron las propiedades químicas que componen la ceniza de la fibra de coco.

#### 4.2. Ensayo de tiempo de degradación de la fibra de coco

Gráfico N° 3. Ensayo de degradación térmica.



**Conclusión:** La temperatura a la cual comienza la degradación de los componentes de la fibra en estudio comienza entorno 344° C presenta un pico máximo 380° a 400° C.



*Carlos E. Chung Rojas*  
Ing. Carlos E. Chung Rojas  
JEFE DEL LAB. DE MEC. DE SUELOS, PAUC  
CIP N° 56139  
UNSM - FICA



*Robert Navarro Mori*  
Ing. Robert Navarro Mori  
TEC. LMSYP LAB. DE MEC. DE SUELOS Y CONCRETO  
UNSM - FICA RADEL N° 123-2018

Fuente: Laboratorio UNSM, 2019.

Con este ensayo se determinó la degradación térmica de la fibra de coco, llegando a la conclusión que este material soporta temperaturas de hasta 400 °C, esto hace que sea un elemento no inflamable.

### 4.3. Ensayo del agregado fino

#### a. Humedad Natural

<b>ESPECIFICACIONES:</b>	El ensayo de Humedad Natural del agregado fino se realizó según las Normas ASTM C-70.
<b>OBSERVACIONES :</b>	El material empleado en este ensayo, corresponde a arena de color ocre liso de partículas finas, trasladada al laboratorio por el solicitante.
<b>RESULTADOS :</b>	El porcentaje promedio de humedad del agregado fino es 3.82%

#### b. Ensayo granulométrico del agregado fino

<b>ESPECIFICACIONES:</b>	El Análisis Granulométrico por tamizado del agregado fino se realizó según ASTM C-136, NTP 400.012 los tamices cumplen con los requisitos de la Norma ASTM E 11
<b>OBSERVACIONES :</b>	El material empleado en este ensayo, corresponde a la arena de color ocre liso de partículas finas, trasladada al laboratorio por el solicitante.
<b>RESULTADOS:</b>	Arena mal graduada, de color ocre liso, húmeda y suelta, cantidad reducida de partículas finas, clasificada como SP - A-3 (0). El módulo de fineza del agregado fino es 2.91

#### c. Ensayo del Peso Unitario Suelto

<b>ESPECIFICACIONES:</b>	El ensayo de Peso Unitario Suelto del agregado fino se desarrolló según las Normas ASTM C 29 y N.T.P. 400.017.
<b>OBSERVACIONES :</b>	El material empleado en este ensayo, corresponde a la arena de color ocre liso de partículas finas, trasladada al laboratorio por el solicitante.
<b>RESULTADOS:</b>	El promedio del Peso Unitario Suelto del agregado fino es 1460 kg/m <sup>3</sup> . Los vacíos en el agregado es igual a 44.37 % del volumen.

#### d. Ensayo del Peso Unitario Compactado

<b>ESPECIFICACIONES:</b>	El ensayo de Peso Unitario Compactado del agregado fino se desarrolló según las Normas ASTM C 29 y N.T.P. 400.017.
<b>OBSERVACIONES :</b>	El material empleado en este ensayo, corresponde a la arena de color ocre liso de partículas finas, trasladada al laboratorio por el solicitante.
<b>RESULTADOS:</b>	El promedio del Peso Unitario Compactado del agregado fino es 1542 kg/m <sup>3</sup> . Los vacíos en el agregado es igual a 39.17 % del volumen.

#### e. Ensayo de Gravedad específica

ESPECIFICACIONES:	El ensayo Gravedad Específica y Absorción del agregado fino se desarrolló según las Normas ASTM C 128 y N.T.P. 400.022
OBSERVACIONES :	El material empleado en este ensayo, corresponde a la arena de color ocre liso de partículas finas, trasladada al laboratorio por el solicitante.
RESULTADOS:	El promedio del Peso Específico del agregado fino es 2.63 gr/cc. El promedio del % de Absorción del agregado fino es 0.33%.

#### f. Material fino

ESPECIFICACIONES:	El ensayo de Cantidad de Material Fino que Pasa por el Tamiz N°200 se desarrolló según la Norma ASTM C 117.
OBSERVACIONES :	El material empleado en este ensayo, corresponde a la arena de color ocre liso de partículas finas, trasladada al laboratorio por el solicitante.
RESULTADOS:	El promedio del porcentaje que pasa la malla N°200 del agregado fino es 5.48 %.

#### 4.4. Diseño de mezcla del ecobloque con fibra de coco

*Tabla N° 15. Porcentajes y medidas a usar de la fibra de coco*

Porcentajes y medidas a usar de la fibra de coco		
Mezcla N°	Longitud de la fibra (cm)	Volumen de fibra (%)
M1	L3	V0.5
M2	L5	V1.5
M3	L10	V2.5

**Fuente: Elaboración propia, 2019.**

### Primer diseño (3 cm, V 0.5 %)

Proporciones de los materiales de la mezcla en peso y en volumen para 1 m3.

*Tabla N° 16. Proporción de materiales, 3cm y V 0.5%*

Material	Densidad (Kg/m3)	Peso seco (Kg/m3)	Volumen seco (Kg/m3)	Peso Humedo (Kg/m3)	Vol. Humedo (Kg/m3)
Cemento	3120.00	275.37	0.09	275.37	0.09
Arena (AF)	2651.00	1405.03	0.53	1458.70	0.55
Agua	1000.00	181.74	0.18	214.61	0.21
Aire	0.00	0.00	0.20	0.00	0.20
Fibra de coco	200.00	0.674	0.003	1.011	0.005
TOTAL:		1862.81	1.00	1949.70	1.00

Fuente: Elaboración Propia, 2019.

Proporciones de los resultados

$$\frac{275.37}{275.37} , \frac{1405.03}{275.37} , \frac{0.674}{275.37} = 1 : 5 : 0.002$$

$$\frac{214.61}{275.37} = 0.78 \text{ a/c} \quad \text{Corregido}$$

$$1 : 5 : 0.002$$

### Segundo diseño (5 cm, V 1.0 %)

Proporciones de los materiales de la mezcla en peso y en volumen para 1 m3.

*Tabla N° 17. Proporción de materiales, 5cm y V 1.0%*

Material	Densidad (Kg/m3)	Peso seco (Kg/m3)	Volumen seco (Kg/m3)	Peso Humedo (Kg/m3)	Vol. Humedo (Kg/m3)
Cemento	3120.00	275.37	0.09	275.37	0.09
Arena (AF)	2651.00	1405.03	0.53	1458.70	0.55
Agua	1000.00	181.74	0.18	214.61	0.20
Aire	0.00	0.00	0.20	0.00	0.20
Fibra de coco	200.00	1.31	0.0066	1.965	0.009
TOTAL:		1863.45	1.00	1960.65	1.00

Fuente: Elaboración Propia, 2019.

Proporciones de los resultados

$$\frac{275.37}{275.37} , \frac{1405.33}{275.37} , \frac{1.31}{275.37} = 1 : 5 : 0.005$$

$$\frac{214.61}{275.37} = 0.78 \text{ a/c} \quad \text{Corregido}$$

$$1 : 5 : 0.005$$

### Tercer diseño (10 cm, V 1.5 %)

Proporciones de los materiales de la mezcla en peso y en volumen para 1 m3.

*Tabla N° 18. Proporción de materiales, 10cm y V 1.5%*

Material	Densidad (Kg/m3)	Peso seco (Kg/m3)	Volumen seco (Kg/m3)	Peso Humedo (Kg/m3)	Vol. Humedo (Kg/m3)
Cemento	3120.00	275.37	0.09	275.37	0.09
Arena (AF)	2651.00	1405.03	0.53	1458.70	0.55
Agua	1000.00	181.74	0.18	214.61	0.20
Aire	0.00	0.00	0.20	0.00	0.20
Fibra de coco	200.00	1.48	0.0074	2.22	0.01
TOTAL:		1863.62	1.00	1950.9	1.00

Fuente: Elaboración Propia, 2019.

Proporciones de los resultados

$$\frac{275.37}{275.37}, \frac{1405.03}{275.37}, \frac{1.48}{275.37} = 1 : 5 : 0.005$$

$$\frac{214.61}{275.37} = 0.78 \text{ a/c} \quad \text{Corregido}$$

**1 : 5 : 0.005**

#### 4.5. Control de calidad del ecobloque con fibra 5cm y 1.00% V.

##### 4.5.1. Dimensionamiento

*Tablas N° 19. Dimensionamiento*

Muestra : 1 ECOBLOQUE (39*19*12)			Muestra : 2 ECOBLOQUE (30*19*10)		
LARGO (cm)	ALTURA (cm)	ESPEJOR (cm)	LARGO (cm)	ALTURA (cm)	ESPEJOR (cm)
39.1	19.1	12.1	29.5	19.1	10
38.9	18.9	12.2	29.8	19.2	10.1
38.8	19.2	12	30	19	10.2
39.0	18.8	12	30	19	10
<b>38.95</b>	<b>19</b>	<b>12.075</b>	<b>29.825</b>	<b>19.075</b>	<b>10.075</b>

Fuente: Elaboración Propia, 2019.

**Tablas N° 20. Medidas de largo, ancho y espesor, del ecobloque de 39x19x12**

(Ecobloque = 39\*19\*12)

**Largo**

Muestra	Dimensión Nominal	Dimensión Real	Variación mm	% de Variación
1	39 cm	39.1 cm	-1	0.25 %
2	39 cm	38.9 cm	1	-0.25 %
3	39 cm	38.8 cm	2	-0.51 %
4	39 cm	39.0 cm	0	0.00 %

**Altura**

Muestra	Dimensión Nominal	Dimensión Real	Variación mm	% de Variación
1	19 cm	19.1 cm	-1	0.25 %
2	19 cm	19.2 cm	-2	1.05 %
3	19 cm	19 cm	0	0.00 %
4	19 cm	19 cm	0	0.00 %

**Espesor**

Muestra	Dimensión Nominal	Dimensión Real	Variación mm	% de Variación
1	12 cm	12.1 cm	-1	0.83 %
2	12 cm	12.2 cm	-2	1.66 %
3	12 cm	12 cm	0	0.00 %
4	12 cm	12 cm	0	0.00 %

**VARIACIÓN DIMENSIONAL**

Muestra	Dimensión Nominal	Dimensión Real	Variación mm	% de Variación
LARGO	39 cm	38.95 cm	0.05	-0.13 %
ALTURA	19 cm	19.00 cm	0.00	0.00 %
ESPESOR	12 cm	12.075 cm	-0.75	0.625 %

Fuente: Elaboración Propia, 2019.

**Tablas N° 21. Medidas de largo, ancho y espesor, del ecobloque de 30x19x10**

(Ecocloque = 30\*19\*10)

**Largo**

Muestra	Dimensión Nominal	Dimensión Real	Variación mm	% de Variación
1	30 cm	29.5 cm	-5	1.69 %
2	30 cm	29.8 cm	-2	0.67 %
3	30 cm	30 cm	0	0.00 %
4	30 cm	30 cm	0	0.00 %

**Altura**

Muestra	Dimensión Nominal	Dimensión Real	Variación mm	% de Variación
1	19 cm	19.1 cm	-1	0.53 %
2	19 cm	19.2 cm	-2	1.05 %
3	19 cm	19 cm	0	0.00 %
4	19 cm	19 cm	0	0.00 %

**Espesor**

Muestra	Dimensión Nominal	Dimensión Real	Variación mm	% de Variación
1	10 cm	10 cm	0	0.00 %
2	10 cm	10.1 cm	1	-0.99 %
3	10 cm	10.2 cm	2	-1.96 %
4	10 cm	10 cm	0	0.00 %

**VARIACIÓN DIMENSIONAL**

Muestra	Dimensión Nominal	Dimensión Real	Variación mm	% de Variación
LARGO	30 cm	29.825 cm	-0.275	0.59 %
ALTURA	19 cm	19.075 cm	-0.075	0.39 %
ESPESOR	10 cm	10.075 cm	-0.075	0.75 %

Fuente: Elaboración Propia, 2019.

**4.5.2. Alabeo**

*Tablas N° 22. Alabeo de ecobloques de 39x19x12 y 30x19x10*

**ECOBLOQUE (39\*19\*12)**

MUESTRAS	CONVEXIDAD	CONCAVIDAD
1	0 mm	0 mm
2	0 mm	1 mm
3	1 mm	0 mm
4	0 mm	1 mm

**ECOBLOQUE (30\*19\*10)**

MUESTRAS	CONVEXIDAD	CONCAVIDAD
1	0 mm	0 mm
2	0 mm	0 mm
3	2 mm	1mm
4	1 mm	0 mm

Fuente: Elaboración Propia, 2019.

#### 4.5.3. Absorción de agua

*Tablas N° 23. Absorción de agua por parte del ecobloque*

Muestra	1	2
PESO DE LA MUESTRA SECA	9.000	6.100
PESO DE LA MUESTRA SATURADA 5h DE EBULLICIÓN	9.360	6.230
<b>Porcentaje de absorción</b>		

$$100 \times \frac{6230 - 6100}{6100} = 2.13\%$$

$$100 \times \frac{9360 - 9000}{9000} = 4.00 \%$$

**Promedio = 3.065%**

**Fuente: Elaboración Propia, 2019.**

#### 4.5.4. Resistencia a la compresión a 7, 14 y 28 días

*Tablas N° 24. Resistencia a la compresión, 7 días.*

F'c de Diseño : 70 Kg/cm2 Ensayo a los 7 días (0.5 % -D: 3 cm)

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Fabricación	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area Bruta (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio	% Con respecto al 100%
1	ECOBLOQUE	18/05/2019	25/05/2019	7	40.41	4091.8	199.6	20.5	21.18	29.29
2	ECOBLOQUE	18/05/2019	25/05/2019	7	46.84	4774.432	199.6	23.92		34.17
3	ECOBLOQUE	18/05/2019	25/05/2019	7	34.38	3504.976	199.6	17.56		25.08
4	ECOBLOQUE	18/05/2019	25/05/2019	7	44.55	4540.9	199.6	22.75		32.5

F'c de Diseño : 70 Kg/cm2 Ensayo a los 7 días (1.00 % -D: 5 cm)

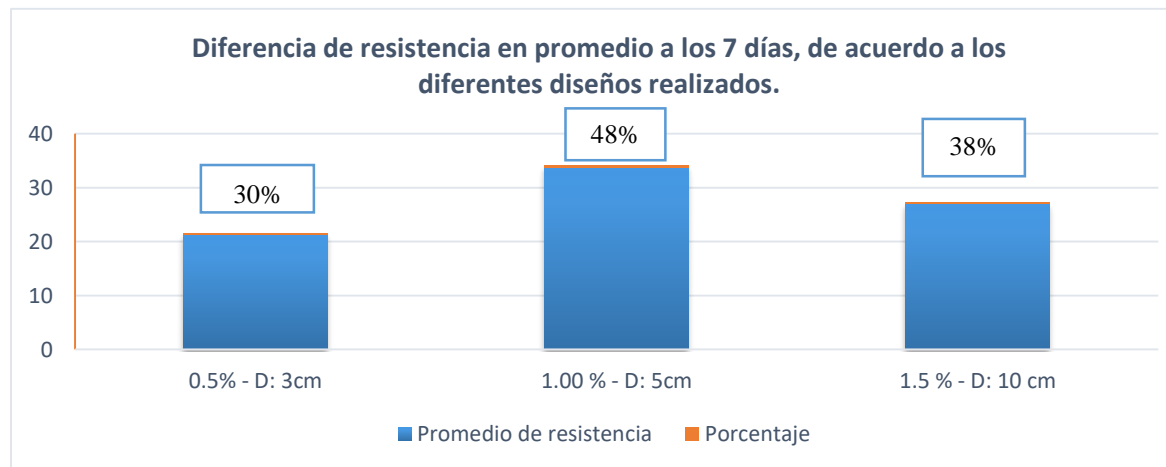
N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Fabricación	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area Bruta (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio	% Con respecto al 100%
1	ECOBLOQUE	18/05/2019	25/05/2019	7	63.75	6498.976	199.6	32.56	33.69	46.51
2	ECOBLOQUE	18/05/2019	25/05/2019	7	62.40	6361.252	199.6	31.87		45.53
3	ECOBLOQUE	18/05/2019	25/05/2019	7	73.55	7496.976	199.6	37.56		53.66
4	ECOBLOQUE	18/05/2019	25/05/2019	7	64.13	6536.900	199.6	32.75		46.79

F<sub>c</sub> de Diseño : 70 Kg/cm<sup>2</sup> Ensayo a los 7 días (1.5 % -D: 10 cm)

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Fabricación	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area Bruta (cm <sup>2</sup> )	Res. Obt. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resist. Promedio	% Con respecto al 100%
1	ECOBLOQUE	18/05/2019	25/05/2019	7	46.13	4702.576	199.6	23.56	26.90	33.66
2	ECOBLOQUE	18/05/2019	25/05/2019	7	48.31	4924.132	199.6	24.67		35.24
3	ECOBLOQUE	18/05/2019	25/05/2019	7	63.75	6498.976	199.6	32.56		46.51
4	ECOBLOQUE	18/05/2019	25/05/2019	7	52.48	5349.280	199.6	26.8		38.29

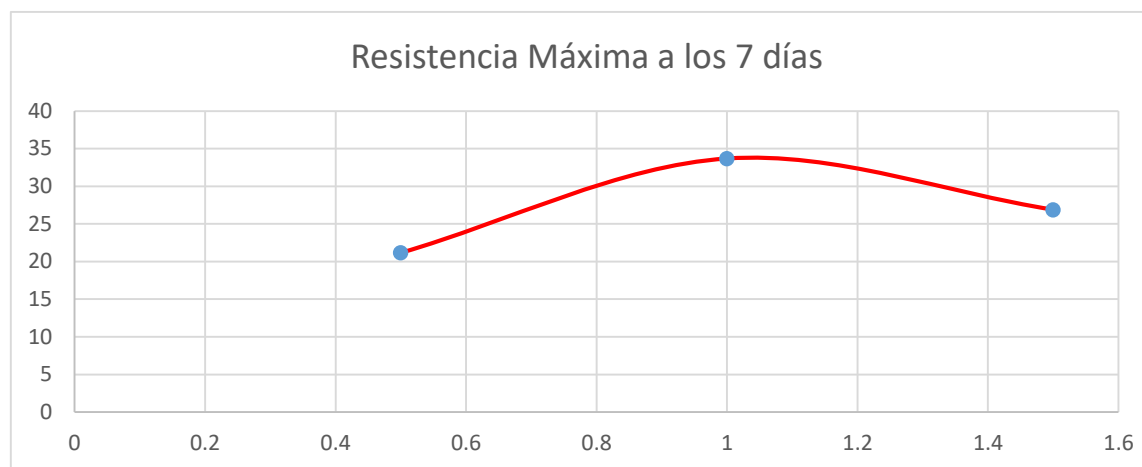
Fuente: Elaboración Propia, 2019.

Gráfico N° 4. Resistencia a la compresión de ecobloques a los 7 días



Fuente: Elaboración Propia, 2019.

**Gráfico N° 5. Curva de Resistencia a la compresión de ecobloques a los 7 días**



**Fuente: Elaboración Propia, 2019.**

**Tablas N° 25. Resistencia a la compresión, 14 días.**

**F<sub>c</sub> de Diseño : 70 Kg/cm<sup>2</sup> Ensayo a los 14 días (0.5 % -D: 3 cm)**

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Fabricación	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area Bruta (cm <sup>2</sup> )	Res. Obt. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resist. Promedio	% Con respecto al 100%
1	ECOBLOQUE	18/05/2019	1/06/2019	14	65.48	6674.624	199.6	33.44	36.97	47.77
2	ECOBLOQUE	18/05/2019	1/06/2019	14	68.49	6982.008	199.6	34.98		49.97
3	ECOBLOQUE	18/05/2019	1/06/2019	14	83.34	8494.976	199.6	42.56		60.80
4	ECOBLOQUE	18/05/2019	1/06/2019	14	72.25	7365.240	199.6	36.9		52.71

F'c de Diseño : 70 Kg/cm2 Ensayo a los 14 días (1.00 % -D: 5 cm)

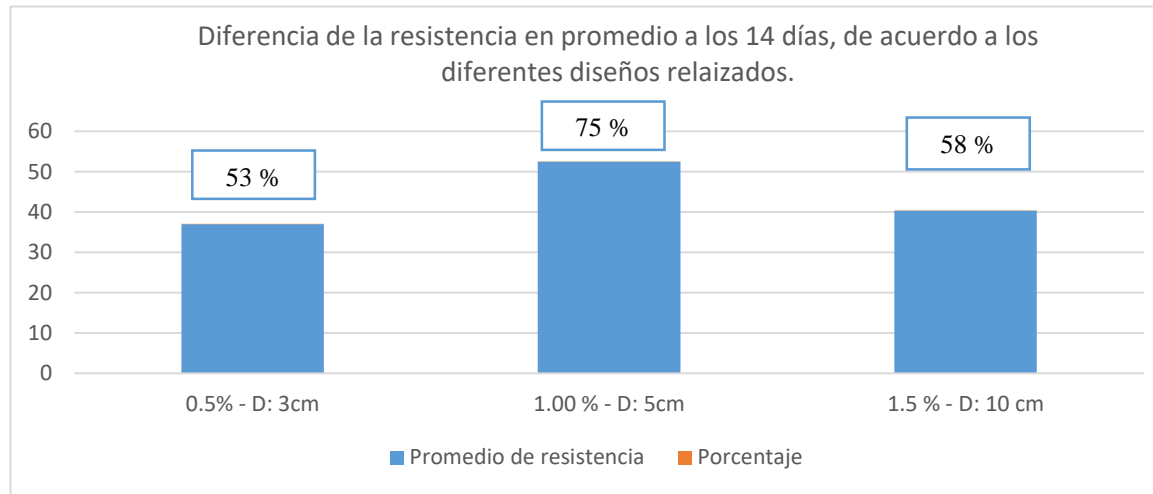
N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Fabricación	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area Bruta (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio	% Con respecto al 100%
1	ECOBLOQUE	18/05/2019	1/06/2019	14	87.84	8954.056	199.6	44.86	52.46	64.09
2	ECOBLOQUE	18/05/2019	1/06/2019	14	93.38	9518.924	199.6	47.69		68.13
3	ECOBLOQUE	18/05/2019	1/06/2019	14	111.55	11371.212	199.6	56.97		81.39
4	ECOBLOQUE	18/05/2019	1/06/2019	14	118.07	12035.880	199.6	60.3		86.14

F'c de Diseño : 70 Kg/cm2 Ensayo a los 14 días (1.50 % -D: 10 cm)

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Fabricación	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area Bruta (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio	% Con respecto al 100%
1	ECOBLOQUE	18/05/2019	1/06/2019	14	69.84	7119.732	199.6	35.67	40.37	50.96
2	ECOBLOQUE	18/05/2019	1/06/2019	14	83.34	8494.976	199.6	42.56		60.80
3	ECOBLOQUE	18/05/2019	1/06/2019	14	65.50	6676.620	199.6	33.45		47.79
4	ECOBLOQUE	18/05/2019	1/06/2019	14	97.51	9940.080	199.6	49.8		71.14

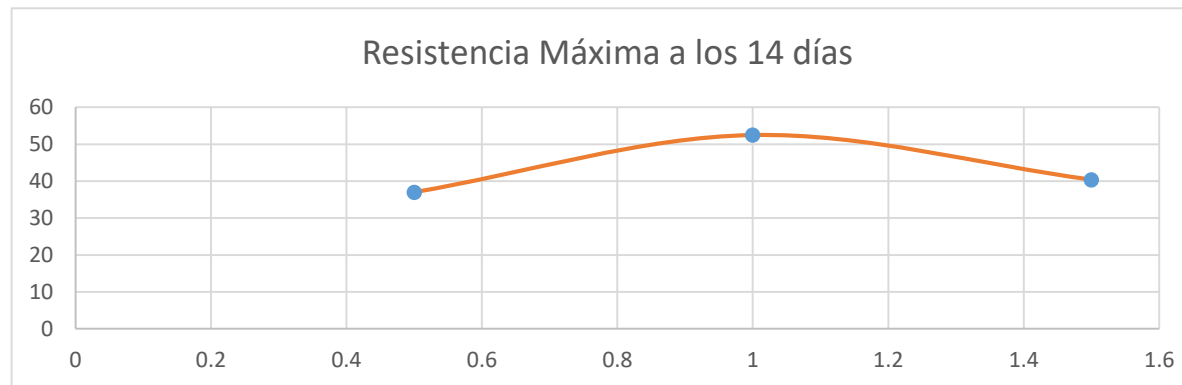
Fuente: Elaboración Propia, 2019.

**Gráfico N° 6. Resistencia a la compresión de ecobloques a los 14 días**



**Fuente: Elaboración Propia, 2019.**

**Gráfico N° 7. Curva de Resistencia a la compresión de ecobloques a los 14 días**



**Fuente: Elaboración Propia, 2019.**

*Tablas N° 26. Resistencia a la compresión, 28 días.*

**F'c de Diseño : 70 Kg/cm2 Ensayo a los 28 días (0.50 % -D: 3 cm)**

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Fabricación	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area Bruta (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio	% Con respecto al 100%
1	ECOBLOQUE	18/05/2019	15/06/2019	28	132.17	13473.000	199.6	67.5	61.97	96.43
2	ECOBLOQUE	18/05/2019	15/06/2019	28	111.22	11337.280	199.6	56.8		81.14
3	ECOBLOQUE	18/05/2019	15/06/2019	28	126.49	12894.160	199.6	64.6		92.29
4	ECOBLOQUE	18/05/2019	15/06/2019	28	115.45	11768.416	199.6	58.96		84.23

**F'c de Diseño : 70 Kg/cm2 Ensayo a los 28 días (1.00 % -D: 5 cm)**

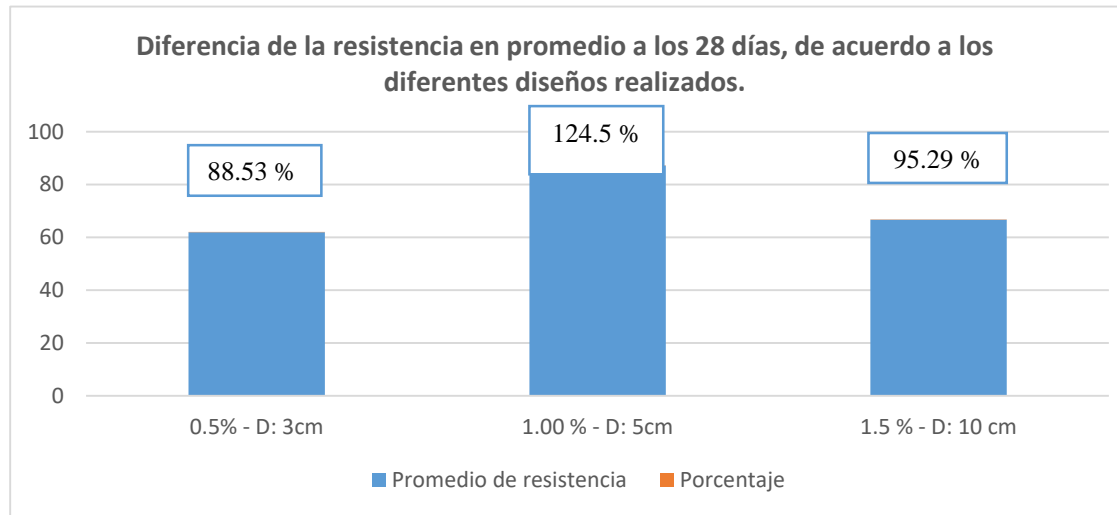
N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Fabricación	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area Bruta (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio	% Con respecto al 100%
1	ECOBLOQUE	18/05/2019	15/06/2019	28	152.51	15546.844	199.6	77.89	87.14	111.27
2	ECOBLOQUE	18/05/2019	15/06/2019	28	163.83	16700.532	199.6	83.67		119.53
3	ECOBLOQUE	18/05/2019	15/06/2019	28	173.19	17654.620	199.6	88.45		126.36
4	ECOBLOQUE	18/05/2019	15/06/2019	28	192.99	19672.576	199.6	98.56		140.80

F'c de Diseño : 70 Kg/cm2 Ensayo a los 28 días (1.50 % -D: 10 cm)

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Fabricación	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area Bruta (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio	% Con respecto al 100%
1	ECOBLOQUE	18/05/2019	15/06/2019	28	159.58	16267.400	199.6	81.5	66.70	116.43
2	ECOBLOQUE	18/05/2019	15/06/2019	28	122.50	12486.976	199.6	62.56		89.37
3	ECOBLOQUE	18/05/2019	15/06/2019	28	115.41	11764.424	199.6	58.94		84.20
4	ECOBLOQUE	18/05/2019	15/06/2019	28	124.93	12734.480	199.6	63.8		91.14

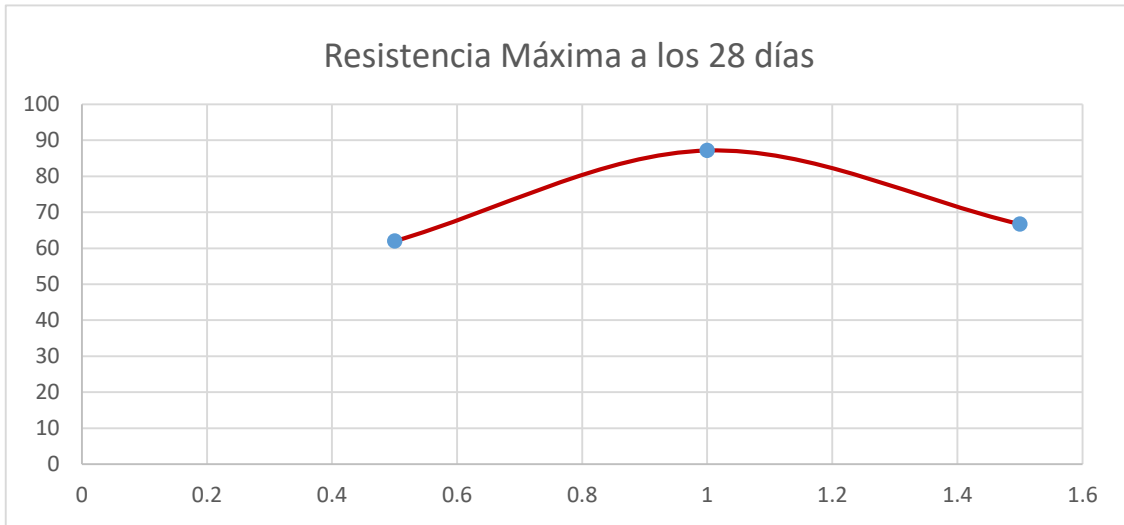
Fuente: Elaboración Propia, 2019.

Gráfico N° 8. Resistencia a la compresión de ecobloques a los 28 días



Fuente: Elaboración Propia, 2019.

**Gráfico N° 9. Curva de Resistencia a la compresión de ecobloques a los 28 días**



**Fuente: Elaboración Propia, 2019.**

**4.6. Ensayo para comprobar si el ecobloque es un elemento disipador de energía térmica**

**Tabla N° 27. Temperatura en San Martín, 2019**

Mes	Temperatura Máxima ° C	Temperatura Mínima ° C
<b>ENERO</b>	33	20
<b>FEBRERO</b>	32.7	20.2
<b>MARZO</b>	32.2	20.3
<b>ABRIL</b>	32.1	20
<b>MAYO</b>	31.8	19.5
<b>JUNIO</b>	31.6	18.7
<b>JULIO</b>	31.7	18
<b>AGOSTO</b>	32.5	18.3
<b>SETIEMBRE</b>	32.6	18.9
<b>OCTUBRE</b>	32.9	19.7
<b>NOVIEMBRE</b>	33	19.9
<b>DICIEMBRE</b>	33.3	20.2

**Fuente: Senamhi, 2019**

**Primera prueba (martes 11 de junio del 2019)**



Prototipo en escala elaborado con ecobloques



Medida de temperatura en ambiente



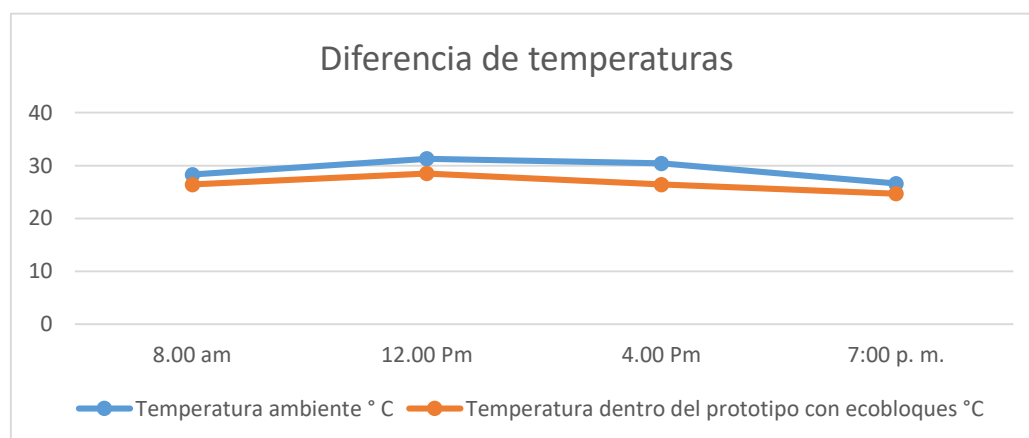
Medida de temperatura al interior del prototipo

**Tabla N° 28. Diferencia de Temperaturas – Prueba 1.**

Tiempo	Temperatura ambiente ° C	Temperatura dentro del prototipo con ecobloques °C	Diferencia de temperatura
8.00 am	28.3	26.4	1.9
12.00 Pm	31.3	28.5	2.8
4.00 Pm	30.4	26.4	4
7:00 p. m.	26.6	24.7	1.9

**Fuente: Elaboración Propia, 2019.**

**Gráfico N° 10. Curva de diferencia de temperaturas – Prueba 1.**



**Fuente: Elaboración Propia, 2019**

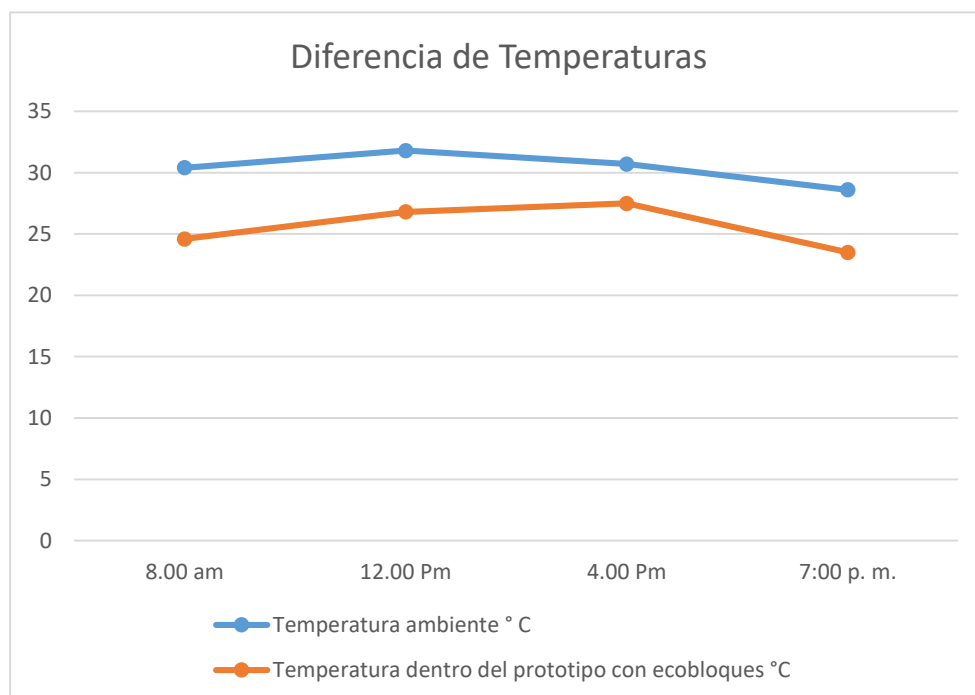
**Segunda prueba (miércoles 12 de junio del 2019)**

**Tabla N° 29. Diferencia de Temperaturas – Prueba 2.**

<b>Tiempo</b>	<b>Temperatura ambiente ° C</b>	<b>Temperatura dentro del prototipo con ecobloques °C</b>	<b>Diferencia de temperatura</b>
8.00 am	30.4	24.6	5.8
12.00 Pm	31.8	26.8	5
4.00 Pm	30.7	27.5	3.2
7:00 p. m.	28.6	23.5	5.1

**Fuente: Elaboración Propia, 2019.**

**Gráfico N° 11. Curva de diferencia de temperaturas – Prueba 2.**



**Fuente: Elaboración Propia, 2019.**

**Promedio TA ° C = 30.38**

**Promedio TPB ° C = 25.6**

$$\% = \frac{30.38 - 25.6}{30.38} \times 100 = 15.73\%$$

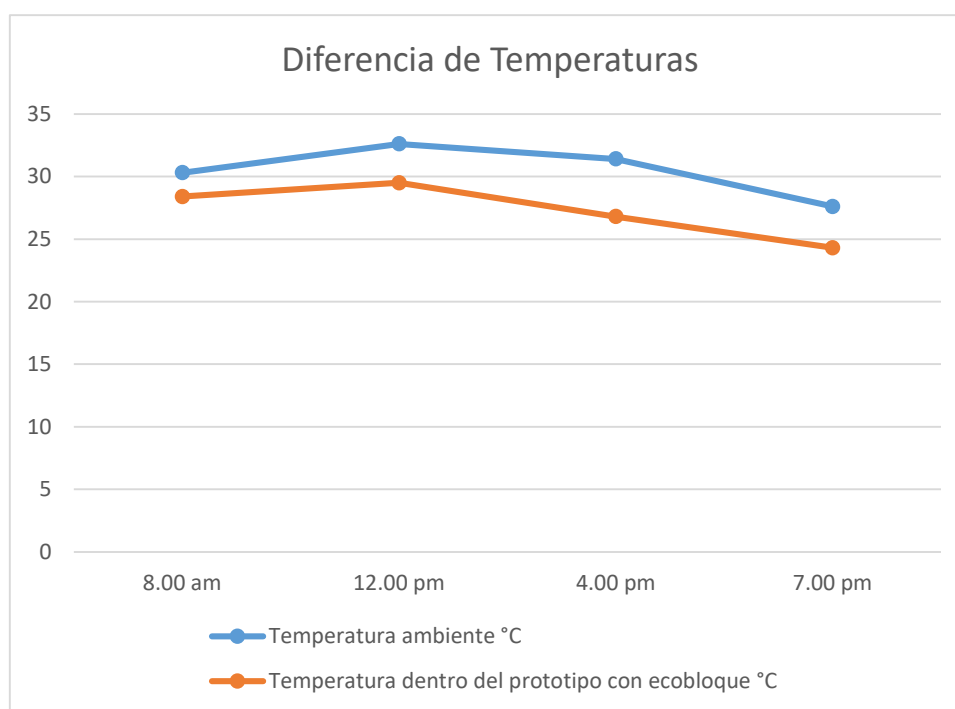
**Tercera prueba (jueves 13 de junio del 2019)**

**Tabla N° 30. Diferencia de Temperaturas – Prueba 3.**

Tiempo	Temperatura ambiente ° C	Temperatura dentro del prototipo con ecobloques °C	Diferencia de temperatura
8.00 am	30.3	28.4	1.9
12.00 Pm	32.5	29.5	3
4.00 Pm	31.4	26.8	4.6
7:00 p. m.	27.6	24.3.	3.3

**Fuente: Elaboración Propia, 2019.**

**Gráfico N° 12. Curva de diferencia de temperaturas – Prueba 3.**



**Fuente: Elaboración Propia, 2019.**

**Promedio TA ° C = 30.48**

**Promedio TPB ° C = 27.25**

$$\% = \frac{30.48 - 27.25}{30.48} \times 100 = 10.60\%$$

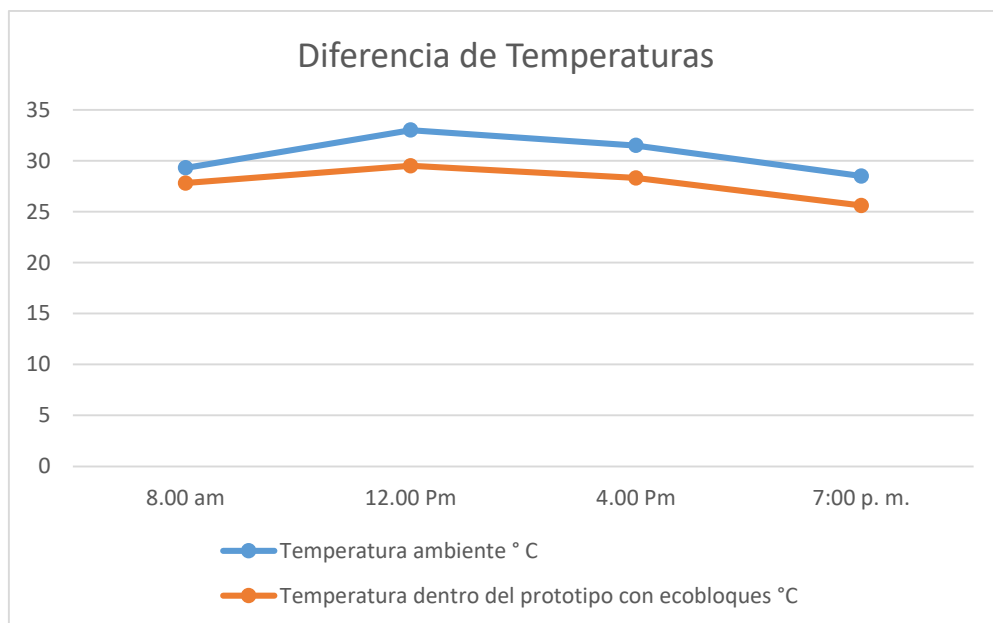
**Cuarta prueba (viernes 14 de junio del 2019)**

**Tabla N° 31. Diferencia de Temperaturas – Prueba 4.**

Tiempo	Temperatura ambiente ° C	Temperatura dentro del prototipo con ecobloques °C	Diferencia de temperatura
8.00 am	29.3	27.8	1.5
12.00 Pm	33.0	29.5	3.5
4.00 Pm	31.5	28.3	3.2
7:00 p. m.	28.5	25.6	2.9

**Fuente: Elaboración Propia, 2019.**

**Gráfico N° 13. Curva de diferencia de temperaturas – Prueba 4.**



**Fuente: Elaboración Propia, 2019.**

**Promedio TA ° C = 30.58**

**Promedio TPB ° C = 27.8**

$$\% = \frac{30.58 - 27.8}{30.58} \times 100 = 9.10\%$$

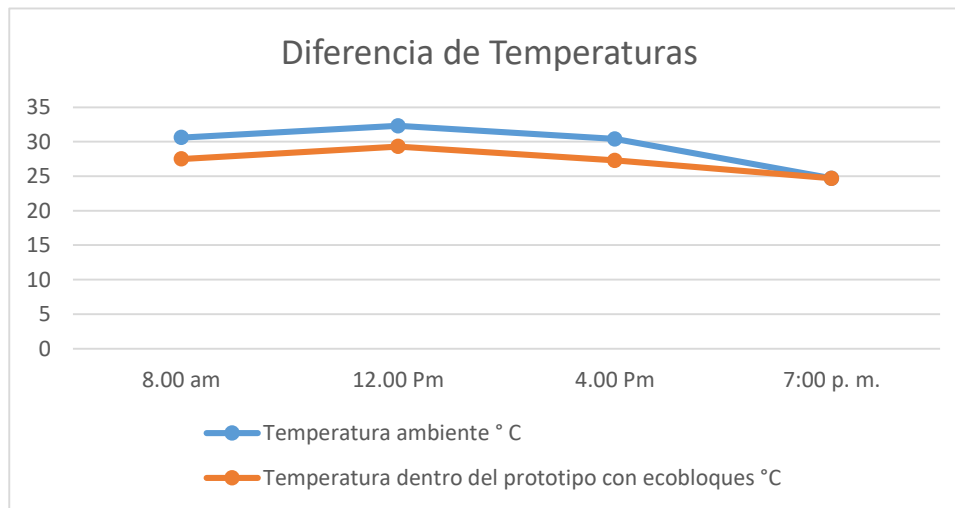
**Quinta prueba (sábado 15 de junio del 2019)**

**Tabla N° 32. Diferencia de Temperaturas – Prueba 5.**

Tiempo	Temperatura ambiente ° C	Temperatura dentro del prototipo con ecobloques ° C	Diferencia de temperatura
8.00 am	30.6	27.5	3.1
12.00 Pm	32.3	29.3	3
4.00 Pm	30.4	27.3	3.1
7:00 p. m.	24.7	24.7	0

**Fuente: Elaboración Propia, 2019.**

**Gráfico N° 14. Curva de diferencia de temperaturas – Prueba 5.**



**Fuente: Elaboración Propia, 2019.**

$$\% = \frac{29.5 - 27.2}{29.5} \times 100 = 7.80\%$$

**Promedio General de % de temperatura en el prototipo**

$$= \frac{(9.10 + 15.73 + 10.60 + 9.10 + 7.80)}{5} = 10.45\%$$

**Conductividad térmica del ecobloque**

Datos: T ambiente máxima: 33 °C

T mínima dentro del prototipo con ecobloques: 23.5 °C

Potencia Transferida hacia los muros con ecobloque: 0.174 W/m<sup>2</sup> (Según Barbón y colaboradores, 2010).

Espesor de la pared trasferida de calor al ecobloque: 12.cm

$$\lambda = \frac{Q_a \cdot L_1}{T_2 - T_1} = \frac{0.174 \cdot 0.12}{33 - 23.5} = 0.0022 \text{ W /M. K}$$

## **CAPÍTULO V: DISCUSIÓN**

### **Discusión 1: El diseño de mezcla**

Se diseñó tres tipos de mezcla para los ecobloques, todos con una resistencia  $f'c = 70$  kg/cm<sup>2</sup>, la única diferencia de estos diseños fue el porcentaje en volumen adherido de la fibra de coco hacia la mezcla. Todos los diseños se realizaron bajo la norma ACI, realizando todos los ensayos correctamente a los componentes de la mezcla.

En el caso de los diseños que realizamos, no utilizamos el agregado grueso, puesto a que queríamos probar el desempeño de la fibra de coco, con respecto a la resistencia a la compresión y su función como elemento disipador de energía térmica.

El dato del SLUMP que decidimos poner en el diseño fue de 6 pulgadas, por la razón que necesitábamos hacer una mezcla muy fluida, ya que el porcentaje de absorción de la fibra de coco varía entre el 20-50%, eso hizo pensar que el cemento debe de tener un espacio para recibir la humedad al momento de adherir la fibra de coco

La fibra de coco para ser adherido y mezclado con los otros componentes del diseño de mezcla, tiene que pasar por un respectivo proceso, de secado y si es el caso la eliminación de algunos químicos que puedan afectar al momento de la unión con el cemento. El ACI, recomienda que para una mezcla de concreto solo se debe adherir un aditivo orgánico máximo hasta el 3% si este fue debidamente procesado, en nuestro caso, solo hicimos una mezcla para la elaboración de los bloques, donde no nos emiten especificaciones muy concretas con respecto a la utilización de compuestos orgánicos.

Como diseño optimo obtuvimos la mezcla adherida el 1.00% del volumen de la mezcla la fibra de coco con una medida relevante de 5cm. Desde el primer ensayo de resistencia a la compresión a los 7 días, superó las expectativas de resistencia, ya a los 28 días sobrepasó la resistencia del diseño elaborado al principio, es por eso que decidimos elegir a este diseño para hacer las siguientes pruebas de temperatura.

Con respecto a otras investigaciones, donde realizaron diseño de mezclas de concreto adicionando la fibra de coco, en nuestro caso en la elaboración de los bloques con fibra de coco, obtuvimos mayores resultados en la resistencia a la compresión, mientras que en los especímenes donde adicionaron la fibra los resultados fueron mayores en la resistencia a la flexión superando de tal forma en un 30% a los diseños con mezcla normal.

## **Discusión 2: Prueba para determinar si el ecobloque disipa la energía térmica**

La temperatura obtenida dentro del prototipo elaborado a base de los ecobloques es mucho menor que la temperatura del ambiente, ya que, según las pruebas realizadas, la diferencia en porcentaje es de 10.45% menos que la temperatura del ambiente.

Se realizaron 5 pruebas, en donde se obtuvo en cada una de ellas un porcentaje de diferencia de calor con la temperatura del ambiente, siendo en la prueba dos donde obtuvimos mayor porcentaje de disminución del calor dentro del prototipo hecho a base de las ecobloquetas con fibra de coco.

Se pudo haber obtenido un coeficiente térmico, donde pudimos hallar, la velocidad del aire, la humedad que emite el ambiente y juntamente la temperatura, esos datos se obtenían con el Higrometro, como en otras investigaciones fueron de esa forma.

Con respecto a la conductividad térmica del material. Realizando comparaciones con datos que nos brindan diversas bibliografías sobre parámetros de elementos aislantes térmicos, el dato obtenido de 0.0022 W/m.k, está altamente considerado como un elemento de aislación térmica.

## **Discusión 3: Ensayo de los agregados**

Los resultados obtenidos de los ensayos del agregado fino, ayudaron al diseño óptimo de la mezcla. Cabe mencionar que la humedad que se obtuvo de la arena de 5.26%, fue muy elevada. Un dato muy importante en el diseño de la mezcla fue conocer la calidad de la arena, según datos bibliográficos y opiniones de ingenieros expertos, la arena del Río Cumbaza, cantera de nuestro proyecto, no es muy buena con respecto a otras canteras.

## **Discusión 4: Ensayos de la fibra de coco**

Con respecto a otras investigaciones y bibliografía encontrada con el tema de la fibra de coco utilizada en aspectos constructivos, no se realizaron estudios y otros ensayos más a profundo a la fibra de coco, simplemente se guiaron de datos ya expuestos en muchas bibliografías.

Los dos ensayos que realizamos a la fibra de coco, nos sirvieron como datos relevantes para la elaboración del diseño, conocer sus propiedades físicas y mecánicas, además de conocer algunas de sus otros componentes químicos.

El primer ensayo Termogravimétrico que se realizó, tuvo una duración de casi 6 horas, siguiendo muchos procesos, en ellos se determinó cuando el material se volatiza, y la resistencia propia de esta fibra, con este dato tuvimos el permiso de un asesor técnico, de

que si podríamos utilizar la fibra de coco como aditivo de construcción o también puede reemplazar a cualquier otro agregado con respecto al diseño de mezcla.

El segundo ensayo realizado del tiempo de degradación, obtuvimos en cuanto temperatura máxima este elemento puede descomponerse o desaparecer, en ellos se arrojaron resultados de que la fibra puede degradarse en una temperatura máxima de 400 °C, en ese sentido quiere decir que al ser adherido en una mezcla de mortero o concreto este material puede llegar a soportar un incendio.

La manera de obtener la fibra de coco es muy simple, pues con respecto a otras investigaciones, donde la manera de obtención de la fibra neta lo hicieron de forma industrial con equipos industriales de alta tecnología.

### **Discusión 5: Los ecobloques con fibra de coco**

Los resultados de la fabricación de los ecobloques adicionado la fibra de coco, no tuvieron muchas fallas con respecto al dimensionamiento ni al alabeo, ya que la mezcla al ser muy compacta y con la óptima relación agua cemento que utilizamos, no sufrió muchos daños en su fabricación.

Con respecto a una investigación donde elaboran bloques de concreto con una mesa vibradora, en el dimensionamiento tuvieron deformaciones tanto en altura, largo y ancho de estos bloques en una deformación máxima de casi 4 cm, mientras que los ecobloques elaborados con fibra de coco solo tuvieron una deformación máxima de 2 cm.

El porcentaje de absorción por parte de los ecobloques, relacionado con los bloques de concreto supera un 0.33%, lo cual, con respecto a las pruebas de control de calidad, hace que el ecobloque se asemeje a los bloques normales de concreto.

## **CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES**

- a).** Se ha diseñado un ecobloque adicionando la fibra de coco, donde a través de las pruebas realizadas durante cinco días, se demostró de forma fácil que el prototipo elaborado a base de ecobloques puede ser considerado como aislante térmico, porque la diferencia con respecto a la temperatura del ambiente fue de 10.45%.
- b).** De acuerdo a la conductividad térmica obtenida del ecobloque, podemos mencionar que el material está dentro de los parámetros que consideran aislantes térmicos a un elemento, el dato obtenido fue de 0.0022 W /m.k, además supera a los demás materiales.
- c).** Al realizar el ensayo de resistencia a la compresión, se observó que el ecobloque sufre una falla, pero no se desprende, esto debido a la fibra de coco.
- d).** Las medidas de la diferencia de temperatura fueron obtenidas por un termómetro digital, las cuales nos emitió valores reales, que en comparación con datos emitidos del Senamhi, fueron muy diferentes, porque las temperaturas supervisadas fueron más altas.
- e).** Se determinaron las características físicas y mecánicas de la fibra de coco, a base de ello se realizó el diseño, teniendo en cuenta el porcentaje de absorción, el tiempo de degradación a casi 400 °C y los componentes químicos que este tuvo.
- f).** De los resultados del diseño, se puede concluir que el diseño más óptimo, que cumple las condiciones mecánicas de un bloque de albañilería, es el adicionando el 1.00% de volumen la fibra de coco, y con una medida de 5 cm, podemos determinar que la mejor dosificación es 1:5:0.005, lo cual es 1 de cemento, 5 de arena y 0.005 de fibra de coco.
- g).** El agregado fino utilizado en el diseño, fue de la cantera del Cumbaza, podemos concluir que se trata de un agregado de uso normal, con un porcentaje de humedad muy elevado, y una granulometría fina de color ocre.
- h).** Realizamos comparaciones de los diversos métodos de fabricación que poseen los bloques industriales y los ladrillos de arcilla, para luego analizar en qué medida se puede innovar y hacer un método más sencillo para la elaboración de estos ecobloques.
- i).** Se elaboró el prototipo a base de ecobloques con fibra de coco, donde realizamos pruebas que comparen la diferencia de temperaturas con respecto al ambiente, se concluyó que es muy importante el uso del termómetro digital para obtener datos reales de temperatura.

## **VII: RECOMENDACIONES**

- a).** Se recomienda realizar más ensayos a la fibra de coco, para determinar otras características físicas y mecánicas que este pueda tener. Además, también para conocer que compuestos químicos puedan tener otras reacciones positivas o negativas hacia el concreto.
- b).** Realizar investigaciones para mejorar la durabilidad de la fibra de coco al ser tratadas con parafina e hidróxido de calcio.
- c).** Realizar estudios haciendo uso de fibras en el concreto, ya que pueden sustituir parcialmente o reducir los aceros o mallas metálicas que cumplan la función de evitar fisuras.
- d).** Se recomienda realizar más investigaciones sobre el uso de nuevos materiales compuestos por fibras naturales.
- e).** Se recomienda la implementación del laboratorio de la UCP-Tarapoto, con respecto a estudios sobre compuestos orgánicos y la influencia que estos pueden tener en la resistencia de un material.
- f).** Para obtener un ecobloque más estético se recomienda utilizar la fibra de coco, en forma de aserrín. De esta manera este puede actuar como una arena y las fibras ya no sobresalgan del molde.
- g).** Para obtener la fibra de coco, se recomienda dejar sobre el agua a los cocos, durante 24 horas, para que después se pueda deshilachar la fibra con total facilidad.
- h).** Será necesario controlar durante la producción, los dosajes de la mezcla, los cuales se recomiendan sean por peso, sin embargo, en la mayoría de los casos se realiza por volumen: Es necesario dosificar muy cuidadosamente el contenido de agua de la mezcla, para que ésta no resulte ni muy seca ni demasiado húmeda.
- i).** Para obtener ecobloques que cumplan con las tolerancias dimensionales y que el proceso de desmolde sea inmediato, es necesario controlar que el agregado no tenga exceso de material muy fino y que la dosificación se realice con la cantidad necesaria de agua, para evitar la rotura del ecobloque al desmoldar la unidad.
- j).** Para conservar la uniformidad de los ecobloques que dependen en gran medida de los agregados deben verificarse la calidad y la granulometría del agregado empleado, ya que no siempre es constante.

**k).** Se debe verificar la resistencia a la comprensión, absorción, dimensiones, alabeo de los ecobloques con fibra de coco, de acuerdo a lo establecido en la correspondiente Normas de ensayos.

**m).** Se recomienda el uso de los cocos frescos, para poder tener una gran facilidad de sacar la fibra de coco en forma de hiladas.

**n).** Recomendamos el uso de un Higrómetro, para controlar la temperatura, la humedad del ambiente y la velocidad del viento, de esta manera poder obtener el coeficiente térmico.

**o).** Se recomienda cernir la arena antes de utilizarlo en la fabricación de los ecobloques, para obtener un molde casi perfecto sin muchas fallas o deformaciones.

**p).** Los equipos de laboratorio deben estar muy bien calibrados, para poder tener buenos resultados, que se asemejen a la realidad.

**q).** Se recomienda realizar más estudios variando los porcentajes de fibra de coco, así como también empleando distintas longitudes de fibra.

**r).** Antes de meter la mezcla al molde, se recomienda pasar con una franela untada en petróleo por todo el interior del molde, para que al momento de desmoldar no tengamos dificultades.

**s).** Para que los ecobloques adquieran una buena resistencia, es necesario que estén constantemente humedecidos por los menos durante 7 días; se apilan los ecobloques en un máximo de 2 filas sobre una capa de arena y se riega, cubriendo luego con plástico, el riego debe hacerse 2 veces al día en la mañana y en la tarde, el plástico debe ser claro y transparente, luego de secado 28 días se apilan en filas de 6 máximo no debes ser asentado antes de los 14 días.

**t).** Se recomienda no hundir a los bloques en piscinas o algo parecido, porque debido a que poseen un porcentaje de fibra de coco, pueden humedecerse demasiado y desmoronarse.

**u).** El curado debe ser constante, y bañarlo con agua limpia todo el contorno e interior del bloque para que pueda llegar a obtener su máxima resistencia a los 28 días o antes de esa fecha.

**w).** Se recomienda realizar un prototipo mucho más grande, es mejor en escala real, para simular de la mejor manera la variación de temperatura.

## VIII: BIBLIOGRAFÍA

1. Arrieta Freyre, y otros, (2001). Fabricación de bloques de concreto con una mesa vibradora. Universidad Nacional de ingeniería, facultad de ingeniería civil. Lima-Perú.
2. Díaz Gutiérrez, (2002). Bloques huecos de concreto. (Investigación). Instituto Nacional de Investigación y Normalización de la Vivienda. Lima – Perú.
3. GONZÁLEZ S., L.O. y QUINTERO G., S.L, (2006). Evaluación del uso de la fibra de la estopa de coco, para el mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto. Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira. Palmira. 53p. En: Premio Internacional José Calavera 2004, sobre las tecnologías de las armaduras pasivas en el hormigón. Madrid – España.
4. Hernández, N (2015). Análisis comparativo de la resistencia a la compresión del concreto hidráulico simple concreto reforzado con fibra (estopa de coco) para fines estructurales. Estado de Guerrero – México.
5. ICONTEC, (2013). Norma Técnica Colombiana NTC 3459. Agua para la elaboración de concreto. Bogotá - Colombia.
6. Juárez, C.A. (2002). Concretos base Cemento Pórtland Reforzados con Fibras Naturales (Agave, Lechuguilla), como materiales para construcción en México. (Tesis de doctorado). Universidad Autónoma de Nuevo León, México.
7. Molinar, S., Jordán, R., Munive, T., (2010). Evaluación Térmica De Un Material Natural Atípico Para Uso Como Aislante Térmico En Construcciones Civiles.
8. MTC, (2014). Manual de Ensayos de Materiales. Dirección de Investigación. Lima – Perú.
9. Muñoz, J. Z. (2007). Comparación del sustrato de fibra de coco con los sustratos de corteza de pino compostada, perlita y vermiculita en la producción de plantas de *Eupalyptus globulus* (Labill). (Tesis de titulación). Universidad Austral de Chile.
10. Navarro, A. J., (2005). Elaboración y evaluación de tableros aglomerados a base de plástico de alta densidad y fibra de estopa de coco. (Tesis de titulación). Universidad de Colima, México.
11. Norma E 070, (2006). Construcción de albañilería. Lima – Perú.
12. Novoa, C. M., (2005). Elaboración y evaluación de tableros aglomerados a base de fibra de coco y cemento. (Tesis de Máster). Universidad de Colima, México.

13. Ordoñez y Villanueva, (2012). Elaboración de bloque de mortero tipo estructural mediante secado natural empleando la calamina procedente de Tenaris Tubo caribe, como aditivo. Universidad de San Buenaventura, Facultad de Ingeniería. Cartagena de Indias – Colombia.
14. Rojas Torres, (2015). Adición de la fibra de coco en el hormigón y su incidencia en la resistencia a compresión. Universidad de Ambato. Ambato – Ecuador.
15. San Bartolomé, (1994). Construcción de albañilería. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima.
16. Sandoval Pinedo, (1991). Tecnología de la albañilería de bloques de concreto. (Tesis de Titulación). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima – Perú.
17. SENCICO, (1999). Bloques de Concreto. Dirección de Investigación. Lima – Perú.
18. Vela y Yovera, (2016). Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto adicionado con fibra de estopa de coco. (Tesis de Titulación). Universidad Señor de Sipán. Chiclayo – Perú.
19. Villanueva y Mosqueira, (2016). Influencia de la adición de fibra de coco en la resistencia del concreto. (Tesis de titulación). Universidad Privada del Norte, Cajamarca – Perú.

## **LINKOGRAFÍA**

1. Análisis Termogravimétrico. Consultado el mes de junio de 2019, disponible en: [https://www.mt.com/es/es/home/library/on-demand-webinars/lab-analytical-instruments/Thermogravimetric\\_Analysis.html](https://www.mt.com/es/es/home/library/on-demand-webinars/lab-analytical-instruments/Thermogravimetric_Analysis.html).
2. Analizador Termogravimétrico. Consultado el mes de junio de 2019, disponible en: <https://www.upc.edu/sct/es/equip/53/analizador-termogravimetrico.html>.
3. Bloques de concreto. Consultado el mes de abril de 2019, disponible en: <https://bloqueras.org/bloques-concreto/>.
4. Bloques de concreto. Consultado el mes de Mayo de 2019, disponible en [http://www.asocem.org.pe/bivi/RE/DT/CC/bloques\\_concreto.pdf](http://www.asocem.org.pe/bivi/RE/DT/CC/bloques_concreto.pdf).

5. Cemento y su clasificación. Consultado el mes de Mayo de 2019, disponible en <http://www.arquba.com/monografias-de-arquitectura/cemento-portland-usos-y-aplicaciones/>.
6. Diferencia entre el bloque de concreto y el ladrillo de arcilla. Consultado el mes de abril de 2019, disponible en: [http://es.sl-machine.com/blog/la-diferencia-entre-bloque-de-concreto-y-ladrillo-de-arcilla\\_b4](http://es.sl-machine.com/blog/la-diferencia-entre-bloque-de-concreto-y-ladrillo-de-arcilla_b4).
7. El bloque de concreto de albañilería. Consultado el mes de abril de 2019, disponible en: <https://civilgeeks.com/2011/12/09/el-bloque-de-concreto-en-albanileria/>.
8. Futuro prometedor para el coco. Consultado el mes de abril de 2019, disponible en: <http://www.eldiario.ec/noticias-manabi-ecuador/304394-futuro-prometedor-para-el-coco/>.
9. Propiedades del concreto reforzado con fibra de estopa de coco. Consultado el mes de abril de 2019, disponible en:  
<http://www.imcyc.com/revistacyt/noviembre2012/pdfs/posibilidades.pdf>.
10. ¿Qué es la fibra de coco? Consultado el mes de junio de 2019, disponible en: [https://www.planetahuerto.es/revista/que-es-la-fibra-de-coco\\_00151](https://www.planetahuerto.es/revista/que-es-la-fibra-de-coco_00151).

## IX: ANEXOS

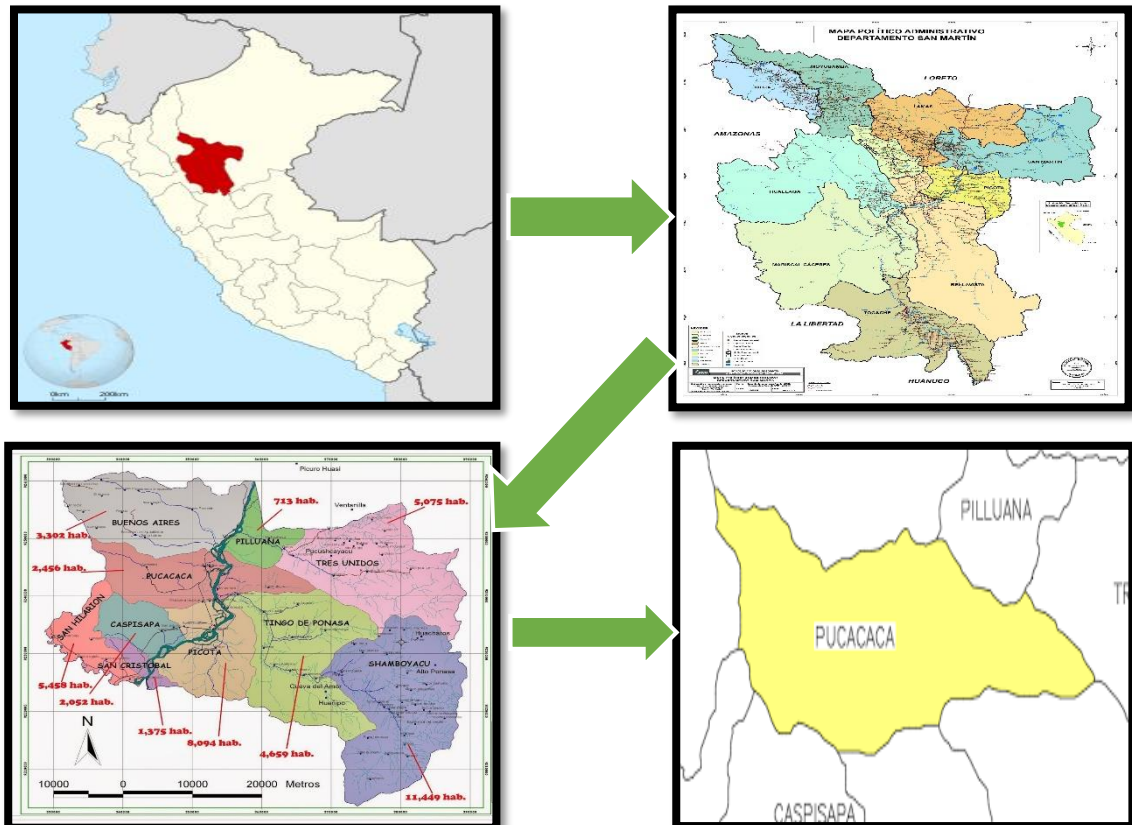
### 9.1. Cantera de la extracción del coco

*Figura N° 9 Vista satelital del distrito de Pucacaca*



Fuente: Google Maps, 2019

*Figura N° 10. Mapa de lo General a lo específico de la ubicación del distrito de Pucacaca*

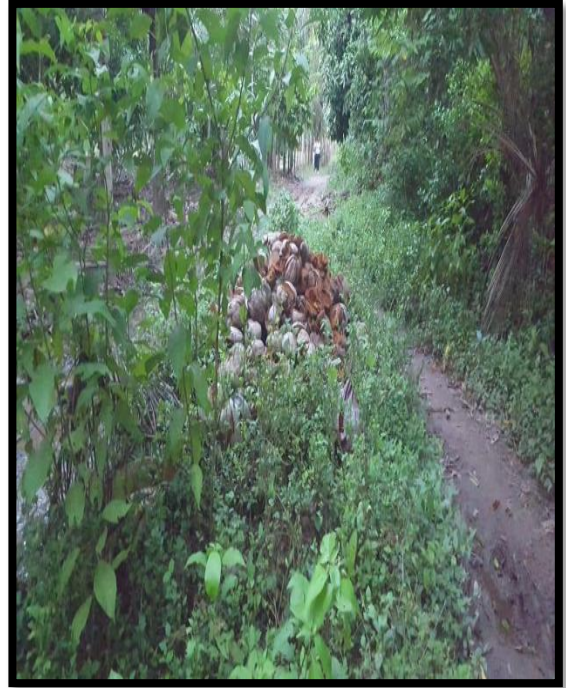


Fuente: INEI, 2015. Siar San Martín, 2016 y MPP, 2017.

*Figura N° 11. Depósito y almacenamiento del coco, Pucacaca*



**Almacenamiento del coco en Pucacaca**



**Camino hacia terreno de plantaciones de coco**



**Cocos listos para el procesamiento**



**Cocos procesados**

**Fuente: Propia de los investigadores, 2019**

## 9.2. Ensayos de laboratorio del agregado fino y de la fibra de coco.

Figura N° 12. Equipos, herramientas y materiales usados



HORNO



BALANZA



TAMICES



FIOLAS



RECIPIENTES



CUHARÓN



PALANA



AGRADO FINO



PRENSA

Fuente: Propia de los Investigadores, 2019. PROSAC, 2013. CAJAX, 2015.

**Figura N°13. Ensayo Termogravimétrico, y tiempo de degradación**



**Absorción atómica de ceniza de fibra de coco**



**Esteroscopia trinocular de la ceniza**



**Eliminación de residuos de la fibra de coco**



**Espectrofotometría de la fibra de coco**

**Fuente: Propia de los investigadores, 2019.**

**Figura N° 14. Ensayo Termogravimétrico, y tiempo de degradación**



**Espectrómetro de la fibra de coco**



**Secado y saturado de ceniza de coco**



**Termogravimetría de la fibra de coco**



**Fibra de coco**

**Fuente: Propia de los investigadores, 2019.**

*Figura N° 15. Contenido de humedad de los agregados*



**Muestras del agregado seco**

**Peso del agregado seco**

Fuente: Propia de los investigadores, 2019.

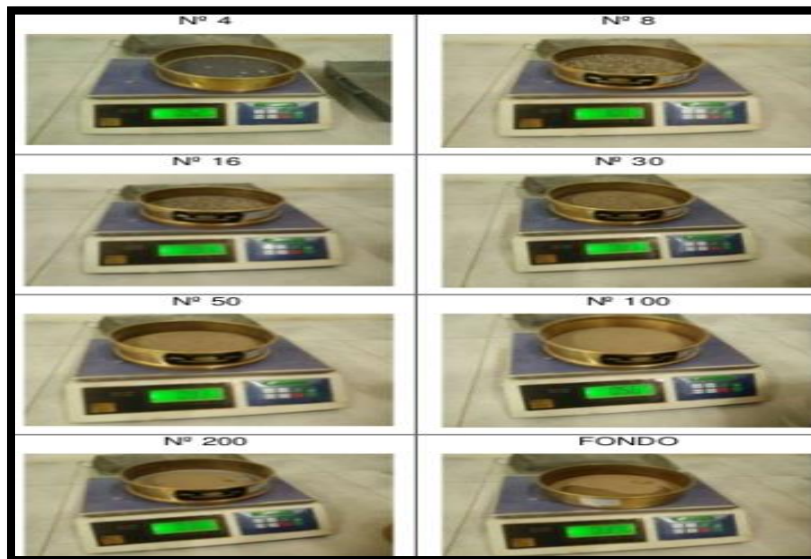
*Figura N° 16. Granulometría del agregado finos*



**Peso del material**



**Agitamos los tamices**



**Peso del material retenido en los tamices**

Fuente: Propia de los investigadores, 2019.

*Figura N° 17. Peso unitario suelto del agrado fino*



**Vaciado del agregado fino al recipiente desde una altura de 5 cm**



**Nivelar el material**



**Peso del material más el recipiente**

**Fuente: Propia de los investigadores, 2019.**

*Figura N° 18. Peso unitario compactado del agrado fino*



**Vaciado del agregado fino al recipiente  
Desde una altura de 5cm**



**Compactación del material**



**Nivelación del material**



**Peso del material y recipiente**

**Fuente: Propia de los investigadores, 2019.**

*Figura N° 19. Gravedad específica del agregado fino*



**Vaciado del agregado al cono**



**Se llena el material**



**Observar si el material conserva su forma**





**Vaciado del agregado a la fiola**



**Agregar agua a la fiola**



**Fuente: Propia de los investigadores, 2019.**

Tabla N° 33. Ensayo de humedad del agregado

 <b>UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ</b> 			
<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES</b>			
<b>OBRA</b>	: DISEÑO DE ECOBLOQUE PARA MURO DE VIVIENDAS UTILIZANDO LA FIBRA DE COCO COMO ELEMENTO DISIPADOR DE ENERGÍA TÉRMICA, TARAPOTO		
<b>UBICACIÓN</b>	: RÍO CUMBAZA, DISTRITO TARAPOTO, PROVINCIA Y REGIÓN SAN MARTÍN		
<b>ENTIDAD</b>	: UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ		
<b>SOLICITANTE</b>	: LUIS ALBERTO MOZOMBIE GONZALES Y GIAN CARLOS PIÑIN SÀNCHEZ		
<b>SUPERVISOR</b>	:		
<b>RESIDENTE</b>	:		
<b>FECHA</b>	: TARAPOTO 16 DE MAYO DE 2019		
<b>HUMEDAD NATURAL DEL AGREGADO ASTM C - 70</b>			
<b>DATOS DE CAMPO</b>			
Cantera	: RÍO CUMBAZA		
Ubicación	: RÍO CUMBAZA		
Fecha ensayo	: 16/05/2019		
<b>N° DE ENSAYOS</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
PESO MUESTRA HUMEDA + TARA (gr.)	622.00	623.00	627.00
PESO MUESTRA SECA + TARA (gr.)	603.00	604.00	611.00
PESO DE AGUA	22.00	23.00	25.00
PESO DE TARA	123.00	125.00	127.00
PESO DE MUESTRA SECA	480.00	478.00	484.00
% DE HUMEDAD	3.96	4.18	3.31
<b>PROMEDIO DE HUMEDAD (%)</b>	<b>3.82</b>		
<b>ESPECIFICACIONES:</b>	El ensayo de Humedad Natural del agregado fino se realizó según las Normas ASTM C-70.		
<b>OBSERVACIONES</b>	El material empleado en este ensayo, corresponde a arena de color ocre liso de partículas finas, trasladada al laboratorio por el solicitante.		
<b>RESULTADOS</b>	El porcentaje promedio de humedad del agregado fino es 3.82%		

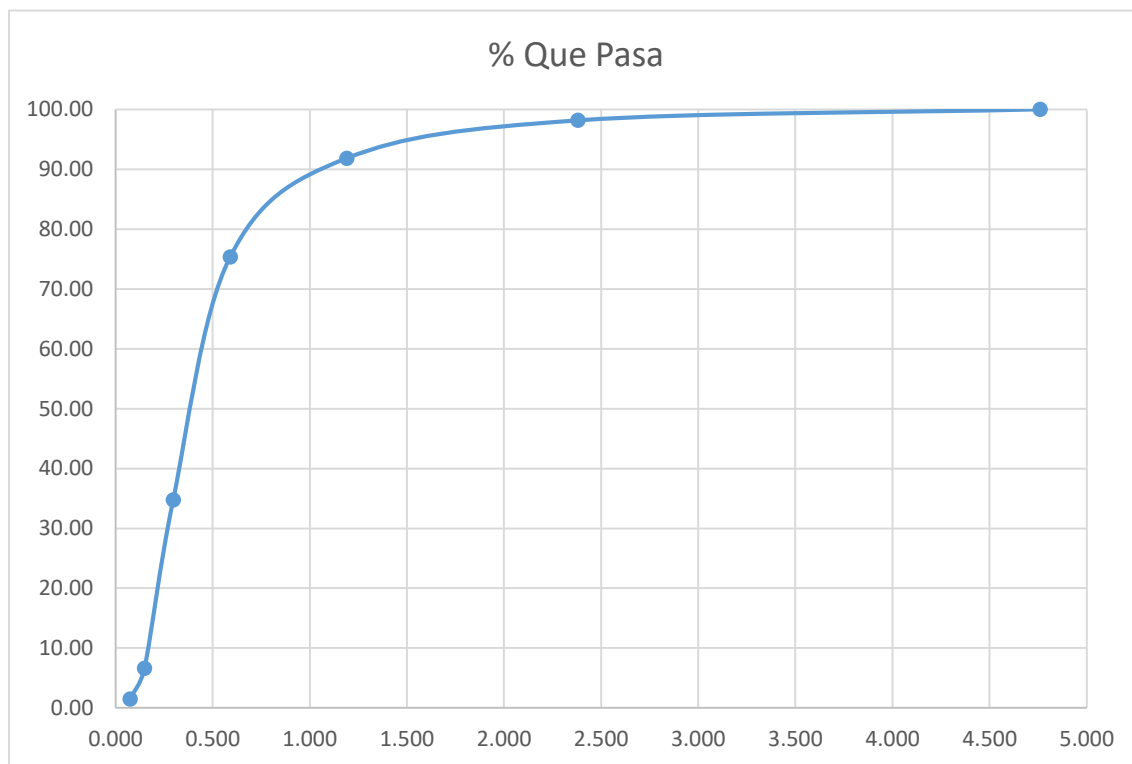
Fuente: Laboratorio UCP, 2019.

Tabla N° 34. Granulometría del agregado.

		<b>UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ</b> LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES				
<b>PROYECTO</b>	:	DISEÑO DE ECOBLOQUE PARA MURO DE VIVIENDAS UTILIZANDO LA FIBRA DE COCO COMO ELEMENTO DISIPADOR DE ENERGÍA, TARAPOTO - 2019				
<b>UBICACIÓN</b>	:	RÍO CUMBAZA, DISTRITO TARAPOTO, PROVINCIA Y REGIÓN SAN MARTÍN				
<b>ENTIDAD</b>	:	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ				
<b>SOLICITANTE</b>	:	LUIS ALBERTO MOZOMBIE GONZALES Y GIAN CARLOS PIÑIN SÁNCHEZ				
<b>SUPERVISOR</b>	:					
<b>RESIDENTE</b>	:					
<b>FECHA</b>	:	TARAPOTO 17 DE MAYO DE 2019				
<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM C - 136</b>						
<b>DATOS DE CAMPO</b>						
Cantera	:	10 DE AGOSTO				
Ubicación	:	RÍO CUMBAZA				
Fecha ensayo	:	17/05/2019				
Tamices ASTM	Abertura mm.	Peso Retenido	%Retenido		% Que Pasa	OBSERVACIONES
			Parcial	Acumulado		
3"	76.000					L. Líquido : N.P.
2 1/2"	63.300					L. Plástico : N.P.
2"	50.600					l. Plástico : N.P.
1 1/2"	38.100					Clas. SUCS : SP
1"	25.400					Clas. AASHTO : A-3 (0)
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					<b>Peso de Muestra en Gr.</b>
3/8"	9.525					Muestra seca : 500.00
1/4"	6.350					Muestra Lavada: 493.65
N°04	4.760				100.00	
N°08	2.380	9.27	1.85	1.85	98.15	
N°16	1.190	31.65	6.33	8.18	91.82	
N°30	0.590	82.56	16.51	24.69	75.31	
N°50	0.297	202.87	40.57	65.27	34.73	
N°100	0.149	140.65	28.13	93.40	6.60	
N°200	0.074	25.56	5.11	98.51	1.49	
Pasa N°200		7.46	1.49			<b>MF : 2.91</b>

Fuente: Laboratorio UCP, 2019.

**Gráfico N° 15. Curva granulométrica del agregado fino**





**Fuente: Laboratorio UCP, 2019.**

**Tabla N° 35. Resultados de Granulometría del agregado.**

ESPECIFICACIONES:	El Análisis Granulométrico por tamizado del agregado fino se realizó según ASTM C-136, NTP 400.012 los tamices cumplen con los requisitos de la Norma ASTM E 11
OBSERVACIONES :	El material empleado en este ensayo, corresponde a la arena de color ocre liso de partículas finas, trasladada al laboratorio por el solicitante.
RESULTADOS:	Arena mal graduada, de color ocre liso, húmeda y suelta, cantidad reducida de partículas finas, clasificada como SP - A-3 (0).



**Fuente: Laboratorio UCP, 2019.**

**Tabla N° 36. Ensayo Peso Unitario Suelto del Agregado**

		<b>UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ</b> <b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES</b>			
<b>PROYECTO :</b>	DISEÑO DE ECOBLOQUE PARA MURO DE VIVIENDAS UTILIZANDO LA FIBRA DE COCO COMO ELEMENTO DISIPADOR DE ENERGÍA TÉRMICA, TARAPOTO -2019				
<b>UBICACION :</b>	RÍO CUMBAZA, DISTRITO TARAPOTO, PROVINCIA Y REGIÓN SAN MARTÍN				
<b>ENTIDAD :</b>	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ				
<b>SOLICITANTE :</b>	LUIS ALBERTO MOZOMBIE GONZALES Y GIAN CARLOS PIÑIN SÁNCHEZ				
<b>SUPERVISOR :</b>					
<b>RESIDENTE :</b>					
<b>FECHA :</b>	TARAPOTO 17 DE MAYO DE 2019				
<b>PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO ASTM C - 29</b>					
<b>DATOS DE CAMPO</b>					
Cantera :	RÍO CUMBAZA				
Ubicación :	RÍO CUMBAZA				
Fecha ensayo :	17/05/2019				
<b>N° DE ENSAYOS</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>		
PESO DE MUESTRA + MOLDE (gr.)	25783	26345	26730		
PESO DE MOLDE (gr.)	5885	5885	5885		
PESO DE MUESTRA	19898	20460	20845		
VOLUMEN DE MOLDE	14020	14020	14020		
PESO UNITARIO (gr/cm <sup>3</sup> )	1.42	1.46	1.49		
<b>PROMEDIO PESO UNITARIO (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1.46</b>				
<b>VACÍOS EN EL AGREGADO (%)</b>	<b>44.37</b>				
<b>ESPECIFICACIONES:</b>	El ensayo de Peso Unitario Suelto del agregado fino se desarrolló según las Normas ASTM C 29 y N.T.P. 400.017.				
<b>OBSERVACIONES :</b>	El material empleado en este ensayo, corresponde a la arena de color ocre liso de partículas finas, trasladada al laboratorio por el solicitante.				
<b>RESULTADOS:</b>	El promedio del Peso Unitario Suelto del agregado fino es 1460 kg/m <sup>3</sup> . Los vacíos en el agregado es igual a 44.37 % del volumen.				



**Fuente: Laboratorio UCP, 2019.**

Tabla N° 37. Ensayo Peso Unitario Compactado del Agregado

	<b>UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ</b>		
	<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES</b>		
<b>PROYECTO</b> :	DISEÑO DE ECOBLOQUE PARA MURO DE VIVIENDAS UTILIZANDO LA FIBRA DE COCO COMO ELEMENTO DISIPADOR DE ENERGÍA TÉRMICA, TARAPOTO - 2019		
<b>UBICACION</b> :	RÍO CUMBAZA, DISTRITO TARAPOTO, PROVINCIA Y REGIÓN SAN MARTÍN		
<b>ENTIDAD</b> :	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ		
<b>SOLICITANTE</b> :	LUIS ALBERTO MOZOMBIE GONZALES Y GIAN CARLOS PIÑIN SÀNCHEZ		
<b>SUPERVISOR</b> :			
<b>RESIDENTE</b> :			
<b>FECHA</b> :	TARAPOTO 17 DE MAYO DE 2019		
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO ASTM C - 29</b>			
<b>DATOS DE CAMPO</b>			
Cantera :	RÍO CUMBAZA		
Ubicación :	RÍO CUMBAZA		
Fecha ensayo :	17/05/2019		
<b>N° DE</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
PESO DE MUESTRA + MOLDE (gr.)	26345	28734	27453
PESO DE MOLDE (gr.)	5885	5885	5885
PESO DE MUESTRA	20460	22849	21568
VOLUMEN DE MOLDE	14020	14020	14020
PESO UNITARIO	1.459	1.630	1.538
<b>PROMEDIO PESO</b>	<b>1.542</b>		
<b>VACÍOS EN EL AGREGADO (%)</b>			
<b>ESPECIFICACIONES</b>	El ensayo de Peso Unitario Compactado del agregado fino se desarrolló según las Normas ASTM C 29 y N.T.P. 400.017.		
<b>OBSERVACIONES :</b>	El material empleado en este ensayo, corresponde a la arena de color ocre liso de partículas finas, trasladada al laboratorio por el solicitante.		
<b>RESULTADOS:</b>	El promedio del Peso Unitario Compactado del agregado fino es 1542 kg/m <sup>3</sup> . Los vacíos en el agregado es igual a % del volumen.		



Fuente: Laboratorio UCP, 2019.

**Tabla N° 38. Ensayo gravedad especifica del Agregado**

 <b>UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ</b> 					
<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES</b>					
<b>PROYECTO</b> :	DISEÑO DE ECOBLOQUE PARA MURO DE VIVIENDAS UTILIZANDO LA FIBRA DE COCO COMO ELEMENTO DISIPADOR DE ENERGÍA, TARAPOTO				
<b>UBICACION</b> :	RÍO CUMBAZA, DISTRITO TARAPOTO, PROVINCIA Y REGIÓN SAN MARTÍN				
<b>ENTIDAD</b> :	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ				
<b>SOLICITANTE</b> :	LUIS ALBERTO MOZOMBIE GONZALES Y GIAN CARLOS PIÑIN SÁNCHEZ				
<b>SUPERVISOR</b> :					
<b>RESIDENTE</b> :					
<b>FECHA</b> :	TARAPOTO 17 DE MAYO DE 2019				
<b>GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DEL AGREGADO ASTM C - 128</b>					
<b>DATOS DE CAMPO</b>					
Cantera	RÍO CUMBAZA				
Ubicación	RÍO CUMBAZA				
Fecha ensayo	17/05/2019				
<b>N° DE ENSAYOS</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>PROMEDIO</b>	
	Peso de Mat. Seco en Estufa + Frasco	666.86	666.86	667.86	
	Peso de Frasco	168.86	168.86	168.86	
<b>A</b>	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en aire)	500.00	500.00	500.00	
<b>B</b>	Peso Frasco + H2O	665.61	665.61	665.61	
<b>C</b>	Peso Frasco + H2O + A = (A+B)	1165.61	1165.61	1165.61	
<b>D</b>	Peso de Mat. + H2O en el Frasco	975.74	975.76	976.19	
<b>E</b>	Vol. Masa + Vol. de Vacío = (C-D)	189.87	189.85	189.42	
<b>F</b>	Peso de Mat. Seco en Estufa (105°C)	498.00	498.00	499.00	
<b>G</b>	Vol. Masa = (E-A+F)	187.87	187.85	188.42	
	Peso Específico de Masa (Base Seca)= (F/E)	2.623	2.623	2.634	<b>2.63</b>
	Peso Específico de Masa (S.S.S) = (A/E)	2.633	2.634	2.640	<b>2.64</b>
	Peso Específico Aparente = (F/G)	2.651	2.651	2.648	<b>2.65</b>
	% de Absorción = ((A-F)/F)*100	0.40	0.40	0.20	<b>0.33</b>
<b>ESPECIFICACIONES</b> :	El ensayo Gravedad Especifica y Absorción del agregado fino se desarrolló según las Normas ASTM C 128 y N.T.P. 400.022				
<b>OBSERVACIONES</b> :	El material empleado en este ensayo, corresponde a la arena de color ocre liso de partículas finas, trasladada al laboratorio por el solicitante.				
<b>RESULTADOS</b> :	El promedio del Peso Específico del agregado fino es 2.63 gr/cc. El promedio del % de Absorción del agregado fino es 0.33%.				

**Fuente: Laboratorio UCP, 2019.**

Tabla N° 39. Ensayo módulo de finura

	<b>UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ</b>			
	<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES</b>			
<b>PROYECTO</b>	:	DISEÑO DE ECOBLOQUE PARA MURO DE VIVIENDAS UTILIZANDO LA FIBRA DE COCO COMO ELEMENTO DISIPADOR DE ENERGÍA TÉRMICA, TARAPOTO-2019.		
<b>UBICACION</b>	:	RÌO CUMBAZA, DISTRITO TARAPOTO, PROVINCIA Y REGIÒN SAN MARTÌN		
<b>ENTIDAD</b>	:	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ		
<b>SOLICITANTE</b>	:	LUIS ALBERTO MOZOMBIE GONZALES Y GIAN CARLOS PIÑIN SÀNCHEZ		
<b>SUPERVISOR</b>	:			
<b>RESIDENTE</b>	:			
<b>FECHA</b>	:	TARAPOTO 17 DE MAYO DE 2019		
<b>CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA POR EL TAMIZ N°200 ASTM C - 117</b>				
<b>DATOS DE CAMPO</b>				
Cantera	:	RÌO CUMBAZA		
Ubicación	:	RÌO CUMBAZA		
Fecha ensayo	:	17/05/2019		
<b>N° DE ENSAYOS</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
PESO DE MUESTRA + TARA (gr)		631.00	628.00	625.00
PESO DE MUESTRA LAVADA + TARA (gr)		597.00	589.00	585.00
PESO DE TARA (gr)		110.60	107.95	104.67
% QUE PASA LA MALLA N°200		5.40	5.46	5.59
<b>PROMEDIO DE % QUE PASA MALLA N°200</b>		<b>5.48</b>		
<b>ESPECIFICACIONES:</b>		El ensayo de Cantidad de Material Fino que Pasa por el Tamiz N°200 se desarrolló según la Norma ASTM C 117.		
<b>OBSERVACIONES :</b>		El material empleado en este ensayo, corresponde a la arena de color ocre liso de partículas finas, trasladada al laboratorio por el solicitante.		
<b>RESULTADOS:</b>		El promedio del porcentaje que pasa la malla N°200 del agregado fino es 5.58 %.		

Fuente: Laboratorio UCP, 2019.

### 9.3. Proceso de extracción de la fibra de coco

*Figuras N° 20. Proceso de extracción de la fibra de coco paso a paso*



**Materia prima**



**Extracción de la fibra dura y amarillezca**



**Proceso del prensado manual**



**Fibra prensada**



**Extracción manual de la fibra de coco**

**Fuente: Propia de los investigadores, 2019.**

*Figuras N° 21. Proceso de extracción de la fibra de coco paso a paso*



**Deshilachado de la fibra de coco**



**Proceso de secado de la fibra de coco**



**Secado de la fibra deshilachada**



**Fibra de coco en proceso de secado**



**Fibra de coco seco**



**Convertir en partículas más pequeñas  
a la fibra de coco**

**Fuente: Propia de los investigadores, 2019.**

#### 9.4. Procedimiento de diseño y fabricación del Ecobloque

*Figuras N°22. Materiales y herramientas usados*



**Fibra de coco**



**Cemento**



**Arena**



**Palanas**



**Moldes de bloques huecos**



**Zaranda**



**Balde**



**Paletín**

Fuente: Propia de los investigadores, 2019

*Figuras N° 23. Procedimiento de fabricación del ecobloque*



**Zarandeamos la arena**



**Extraemos la cantidad definida de cemento a usar**



**Mezcla de la arena con el cemento**

**Fuente: Propia de los investigadores, 2019.**

*Figuras N° 24. Procedimiento de fabricación del ecobloque*



**Volumen de fibra de coco adecuado para la mezcla**



**Mezcla de la fibra de coco juntamente con la arena y el cemento**



**Resultado de la mezcla continua de los tres elementos**

**Fuente: Propia de los investigadores, 2019.**

*Figuras N° 25. Procedimiento de fabricación del ecobloque*



**Adherimos el agua a la mezcla**



**Mezclamos todos los elementos juntamente con el agua**



**La mezcla compacta, con una palana lo colocamos en el molde del bloque**

**Fuente: Propia de los investigadores, 2019.**

*Figuras N° 26. Procedimiento de fabricación del ecobloque*



**Tratamos de llenar todos los espacios del molde**



**Con las manos debajo del molde, damos tres golpes en la madera para una mejor compactación.**



**Nivelamos el material al ras del molde**

**Fuente: Propia de los investigadores, 2019.**

*Figuras N° 27. Procedimiento de fabricación del ecobloque*



**Sacamos el material del molde de acero**



**Ecobloques obtenidos**



**Curado del ecobloque**

**Fuente: Propia de los investigadores, 2019.**

## 9.5. Ensayos de control de calidad del ecobloque

*Figura N° 28. Ensayo de resistencia a la compresión del ecobloque*



Colocación del ecobloque en la prensa



Muestra del ecobloque en la prensa



Inicio del ensayo de rotura del ecobloque

Fuente: Propia de los investigadores, 2019.

*Figura N° 29. Muestras del ecobloque durante y después del ensayo de compresión*



**Fisuras en el ecobloque**



**El ecobloque se fisura, pero no se desprende**



**Falla del ecobloque**

**Fuente: Propia de los investigadores, 2019.**

*Figura N° 30. Dimensionamiento de los ecobloques*



**Medida del largo del ecobloque**



**Medida de la altura del ecobloque**



**Medida del ancho del ecobloque**

**Fuente: Propia de los investigadores, 2019.**

*Figura N° 31. Alabeo del ecobloque*



**Pequeña deformación en base del ecobloque**



**Pequeña deformación en el interior del ecobloque**



**Base uniforme**

**Fuente: Propia de los investigadores, 2019.**

*Figura N° 32. Comparación de pesos con bloques normales*



**Peso ecobloque 9.5 kg (39x19x12)**



**Peso bloque industrial 12.400 kg**



**Peso ecobloque 5.200 kg**



**Peso bloque concreto 7.400 kg**

**Fuente: Propia de los investigadores, 2019.**

## 9.6. Ensayo para demostrar la disipación del calor

*Figura N° 33. Materiales usados en la elaboración del prototipo con ecobloques*



**Base de madera**



**Arena, paletín, agua y cemento**

*Figura N° 34. Procedimiento de elaboración del prototipo*



**Realización del mortero**



**Adherir el mortero en la base de madera**



**Prototipo ya elaborado**



**Interior del prototipo**

**Fuente: Propia de los investigadores, 2019.**

*Figura N° 35. Pruebas para determinar la diferencia de calor con respecto a la temperatura del ambiente.*



**Prototipo elaborado con ecobloques**



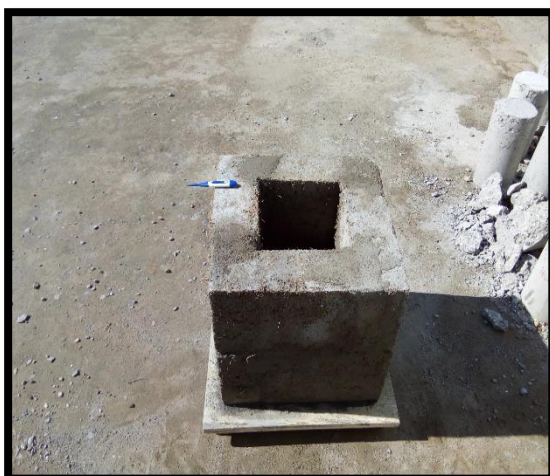
**Supervisando la prueba**



**Medida de la temperatura exterior**



**Medida de la temperatura interior**



**Medidas al exterior**



**Medida al interior del prototipo**

**Fuente: Propia de los investigadores, 2019.**

## 9.7. Dosificación

### Diseño de mezcla del ecobloque con fibra de coco

Se calculará para una resistencia de 70 kg/cm<sup>2</sup>, tanto para el hormigón elaborado con fibra de coco, para lo tanto se utilizó el método de ACI.

En la cual requiere conocer las siguientes propiedades mecánicas de los agregados y del cemento.

*Tabla N° 15. Porcentajes y medidas a usar de la fibra de coco*

Porcentajes y medidas a usar de la fibra de coco		
Mezcla N°	Longitud de la fibra (cm)	Volumen de fibra (%)
M1	L3	V0.5
M2	L5	V1.5
M3	L10	V2.5

Fuente: Elaboración propia, 2019.

### Primer diseño (3 cm, V 0.5 %)

*Tabla N° 16. Características de los materiales de mezcla*

Material	Densidad aparente (Kg/m <sup>3</sup> )	Tamaño del agregado (pulg)	Masa unitaria Suelta (Kg/m <sup>3</sup> )	Masa unitaria compactada (Kg/m <sup>3</sup> )	Absorción %	Humedad %
Arena (AF)	2651.00	.....	1460.00	1542.00	0.33	3.82

Cemento	Densidad aparente (Kg/m <sup>3</sup> )	Tipo	Masa unitaria suelta (Kg/m <sup>3</sup> )
Mochica	3120	I	1150

Agua	Densidad (Kg/m <sup>3</sup> )
Potable	1000

Fibra de coco	Dimensión	Volumen
Fibra	3cm	0.5

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Es necesario aclarar que en este diseño no se utilizó el agregado grueso.

### Parámetros Iniciales de Diseño

$$f'_{cr} = 70 + 1.34 \times 20 = 96.8$$

Resistencia especificada de diseño (f'c)			Resistencia promedio requerida (f'cr)		
Mpa	Kgf/cm2	PSI	Mpa	Kgf/cm2	PSI
6.86	70	993.55	9.39	96.8	1376.82

El asentamiento a la selección del asentamiento máximo esperado, para esta mezcla es de 6 pulgadas, se espera este asentamiento pues esta mezcla debe ser más fluida que lo habitual, ya que la fibra de coco absorbe mucha agua.

### Relación agua cemento

Porcentaje de vacíos de Diseño %	Relación (agua/cemento)
20	0.66

### Calculo del factor de compactación y del volumen de la porosidad

$$FC = -3.37 \times (0.66)^2 + 3.49 \times (0.66) + 0.11 = 0.95$$

$$e = (0.33 \times 2.63) = 0.87$$

$$n = \frac{0.87}{1 + 0.87} = 0.47$$

Densidad Aparente Arena (Kg/m3)	Masa unitaria compactada (Kg/m3)	Factor de compactación FC	Porosidad del esqueleto granular
2651.00	1542.00	0.95	0.47

### Cálculo del volumen del mortero

$$Volumen\ de\ la\ pasta = 0.47 - 0.20 = 0.27$$

Porcentaje de vacíos de diseño	Porosidad Esq. Granular	Volumen de la pasta
0.2	0.47	0.27

### Cálculo del contenido de cemento

$$\text{Peso cemento} = \frac{0.27}{\left(\frac{1}{3120} + \frac{0.66}{1000}\right)} = 275.37$$

Relación a/c	Peso Cemento (c) (Kg/m3)
0.66	275.37

### Volumen del cemento por metro cúbico de mezcla

$$\text{Volumen cemento} = \frac{275.37}{3120} = 0.09$$

Peso de cemento ( c ) (Kg/m3)	Densidad cemento (Kg/m3)	Volumen de cemento (Vc) m3/m3 de mezcla
275.37	3120	0.09

### Cálculo del contenido de agua (A)

$$\text{Agua} = 0.66 \times 275.37 = 181.74 \text{ lt}$$

Relación a/c	Peso Cemento (c) (Kg/m3)	Cantidad de agua (lt/m3)
0.66	275.37	181.74

### Volumen seco de la arena por metro cúbico

$$\text{Volumen arena} = 1 - (0.09 + 0.1817 + 0.20) = 0.53 \text{ m}^3$$

Volumen material por m3 de mezcla			
Cemento	Agua	Vacíos	Arena (AF)
0.09	0.1817	0.20	0.53

### Peso seco de la arena

$$\text{Peso seco AF} = 0.53 \times 2651.00 = 1405.03$$

### Peso húmedo de la arena

$$\text{Peso húmedo AF} = 1405.03 \times \left(1 + \frac{3.82}{100}\right) = 1458.70$$

Volumen húmedo del agregado fino por metro cúbico

$$\text{Volumen húmedo AF} = \left( \frac{1458.70}{2651.00} \right) = 0.55 \text{ m}^3$$

Peso de la fibra de coco

$$\begin{aligned} \text{Peso de la fibra} &= 200 \times ((0.55 + 0.09 + 0.1817) \times 0.0041) \\ &= 0.674 \text{ kg} \end{aligned}$$

Densidad aparente	% Requerido por otras bibliografías
200 kg/m <sup>3</sup>	0.5 V

Volumen de la fibra de coco

$$\text{Volumen de la fibra de coco} = \left( \frac{0.674}{200} \right) = 0.0034 \text{ m}^3$$

Ajuste de la cantidad de agua de mezclado debido a la humedad de los agregados

$$\text{Ajuste de agua} = 1405.03 \times \left( \frac{0.0382}{100} \pm \frac{0.0033}{100} \right) = 0.58$$

$$\% \text{ de absorción de agua de la fibra de coco} = (25 - 50)\%$$

$$\text{Agua efectiva} = \text{Ajuste agua} - \text{Cantidad de agua de mezcla}$$

Exceso o carencia de agua en los agregados (Kg)		Cantidad de agua de mezcla	Agua efectiva
Arena	-58	181.74	214.61
Fibra de coco	90.87		

Proporciones de los materiales de la mezcla en peso y en volumen para 1 m<sup>3</sup>.

Tabla N° 17. Proporción de materiales

Material	Densidad (Kg/m <sup>3</sup> )	Peso seco (Kg/m <sup>3</sup> )	Volumen seco (Kg/m <sup>3</sup> )	Peso Humedo (Kg/m <sup>3</sup> )	Vol. Humedo (Kg/m <sup>3</sup> )
Cemento	3120.00	275.37	0.09	275.37	0.09
Arena (AF)	2651.00	1405.03	0.53	1458.70	0.55
Agua	1000.00	181.74	0.18	214.61	0.21
Aire	0.00	0.00	0.20	0.00	0.20
Fibra de coco	200.00	0.674	0.003	1.011	0.005
TOTAL:		1862.81	1.00	1949.70	1.00

Fuente: Elaboración Propia, 2019.

### Proporciones de los resultados

$$\frac{275.37}{275.37}, \frac{1405.03}{275.37}, \frac{0.674}{275.37} = 1:5:0.002$$

$$\frac{214.61}{275.37} = 0.78 \text{ a/c} \quad \text{Corregido}$$

$$1 : 5 : 0.002$$

### Segundo diseño (5 cm, V 1.0 %)

Se seguirá el mismo procedimiento, solo que se harán cambios en el volumen y peso de la fibra de coco.

Fibra de coco	Dimensión	Volumen
Fibra	5cm	1.00

### Peso de la fibra de coco

$$\begin{aligned} \text{Peso de la fibra} &= 200 \times ((0.55 + 0.09 + 0.1817) * 0.008) \\ &= 1.31 \text{ kg} \end{aligned}$$

Densidad aparente	% Requerido por otras bibliografías
200 kg/m <sup>3</sup>	1.00 V

### Volumen de la fibra de coco

$$\text{Volumen de la fibra de coco} = \left( \frac{1.31}{200} \right) = 0.0066 \text{ m}^3$$

Ajuste de la cantidad de agua de mezclado debido a la humedad de los agregados

$$\text{Ajuste de agua} = 1381.33 \times \left( \frac{0.0382}{100} \pm \frac{0.0033}{100} \right) = 0.58$$

$$\% \text{ de absorción de agua de la fibra de coco} = (25 - 50)\%$$

$$\text{Agua efectiva} = \text{Ajuste agua} - \text{Cantidad de agua de mezcla}$$

Exceso o carencia de agua en los agregados (Kg)		Cantidad de agua de mezcla	Agua efectiva
Arena	-58	181.74	214.61
Fibra de coco	90.87		

Proporciones de los materiales de la mezcla en peso y en volumen para 1 m3.

Material	Densidad (Kg/m3)	Peso seco (Kg/m3)	Volumen seco (Kg/m3)	Peso Humedo (Kg/m3)	Vol. Humedo (Kg/m3)
Cemento	3120.00	275.37	0.09	275.37	0.09
Arena (AF)	2651.00	1405.03	0.53	1458.70	0.55
Agua	1000.00	181.74	0.18	214.61	0.20
Aire	0.00	0.00	0.20	0.00	0.20
Fibra de coco	200.00	1.31	0.0066	1.965	0.009
TOTAL:		1863.45	1.00	1960.65	1.00

Proporciones de los resultados

$$\frac{275.37}{275.37}, \frac{1405.33}{275.37}, \frac{1.31}{275.37} = 1: 5: 0.005$$

$$\frac{214.61}{275.37} = 0.78 \text{ a/c} \quad \text{Corregido}$$

$$1 : 5 : 0.0014$$

Tercer diseño (10 cm, V 1.5 %)

Se seguirá el mismo procedimiento, solo que se harán cambios en el volumen y peso de la fibra de coco.

Fibra de coco	Dimensión	Volumen
Fibra	10 cm	1.5

Peso de la fibra de coco

$$\begin{aligned} \text{Peso de la fibra} &= 200 \times ((0.55 + 0.09 + 0.1817) * 0.009) \\ &= 1.48 \text{ kg} \end{aligned}$$

Densidad aparente	% Requerido por otras bibliografias
200 kg/m <sup>3</sup>	1.5 V

Volumen de la fibra de coco

$$\text{Volumen de la fibra de coco} = \left( \frac{1.48}{200} \right) = 0.0074 \text{ m}^3$$

Ajuste de la cantidad de agua de mezclado debido a la humedad de los agregados

$$\text{Ajuste de agua} = 1405.03 \times \left( \frac{0.0382}{100} \pm \frac{0.0033}{100} \right) = 0.58$$

$$\% \text{ de absorción de agua de la fibra de coco} = (25 - 50)\%$$

$$\text{Agua efectiva} = \text{Ajuste agua} - \text{Cantidad de agua de mezcla}$$

Exceso o carencia de agua en los agregados (Kg)		Cantidad de agua de mezcla	Agua efectiva
Arena	-58	181.74	214.61
Fibra de coco	90.87		

Proporciones de los materiales de la mezcla en peso y en volumen para 1 m<sup>3</sup>.

Material	Densidad (Kg/m <sup>3</sup> )	Peso seco (Kg/m <sup>3</sup> )	Volumen seco (Kg/m <sup>3</sup> )	Peso Humedo (Kg/m <sup>3</sup> )	Vol. Humedo (Kg/m <sup>3</sup> )
Cemento	3120.00	275.37	0.09	275.37	0.09
Arena (AF)	2651.00	1405.03	0.53	1458.70	0.55
Agua	1000.00	181.74	0.18	214.61	0.20
Aire	0.00	0.00	0.20	0.00	0.20
Fibra de coco	200.00	1.48	0.0074	2.22	0.01
TOTAL:		1863.62	1.00	1950.9	1.00

Proporciones de los resultados

$$\frac{275.37}{275.37} , \frac{1405.03}{275.37} , \frac{1.48}{275.37} = 1 : 5 : 0.005$$

$$\frac{214.61}{275.37} = 0.78 \text{ a/c} \quad \text{Corregido}$$

**: 5 : 0.005**



## **9.8. ENSAYOS DE LABORATORIO**

# **ENSAYOS DEL AGREGADO FINO**



**OBRA** : DISEÑO DE ECUBLOQUE PARA MURO DE VIVIENDAS  
UTILIZANDO LA FIBRA DE COCO COMO ELEMENTO  
DISIPADOR DE ENERGÍA TÉRMICA. TARAPOTO - 2019

**UBICACIÓN** : RÍO CUMBAZA, DISTRITO TARAPOTO, PROVINCIA Y REGIÓN  
SAN MARTIN

**ENTIDAD** : UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ

**SOLICITANTE** : LUIS ALBERTO MOZOMBIE GONZALES Y GIAN CARLOS PIÑIN  
SANCHEZ

**SUPERVISOR** :

**RESIDENTE** :

**FECHA** : TARAPOTO 16 DE MAYO DE 2019

**HUMEDAD NATURAL DEL AGREGADO ASTM C - 70**

**DATOS DE CAMPO**

**Centers** : RÍO CUMBAZA

**Ubicación** : RÍO CUMBAZA

**Fecha ensayo** : 16/05/2019

N° DE ENSAYOS	1	2	3
PESO MUESTRA HUMEDA + TARA (gr )	622.00	623.00	627.00
PESO MUESTRA SECA + TARA (gr )	603.00	604.00	611.00
PESO DE AGUA	22.00	23.00	25.00
PESO DE TARA	123.00	125.00	127.00
PESO DE MUESTRA SECA	480.00	478.00	484.00
% DE HUMEDAD	3.96	4.18	3.31
<b>PROMEDIO DE HUMEDAD ( % )</b>	<b>3.82</b>		

<b>ESPECIFICACIONES:</b>	El ensayo de Humedad Natural del agregado fino se realizó según las Normas ASTM C-70.
<b>OBSERVACIONES :</b>	El material empleado en este ensayo, corresponde a arena de color ocre liso de partículas finas, trasladada al laboratorio por el solicitante.
<b>RESULTADOS</b>	El porcentaje promedio de humedad del agregado fino es 3.82%



*[Signature]*  
**Helder Araujo Mego**  
 Laboratorio de Mecánica de  
 Suelos y Ensayos de Materiales  
 Responsable del ensayo



UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ  
*[Signature]*  
**V.B. Jefe de Laboratorio**  
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayos de Materiales  
 UCP - Filial Tarapoto



**PROYECTO** : DISEÑO DE ECOBLOQUE PARA MURO DE VIVIENDAS UTILIZANDO LA FIBRA DE COCCO COMO ELEMENTO DISIPADOR DE ENERGIA. TARAPOTO - 2019

**UBICACIÓN** : RÍO CUMBAZA, DISTRITO TARAPOTO, PROVINCIA Y REGIÓN SAN MARTÍN

**ENTIDAD** : UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ

**SOLICITANTE** : LUIS ALBERTO MOZOMBIE GONZALES Y GIAN CARLOS PIÑIN SÁNCHEZ

**SUPERVISOR** :

**RESIDENTE** :

**FECHA** : TARAPOTO 17 DE MAYO DE 2019

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM C - 136**

**DATOS DE CAMPO**

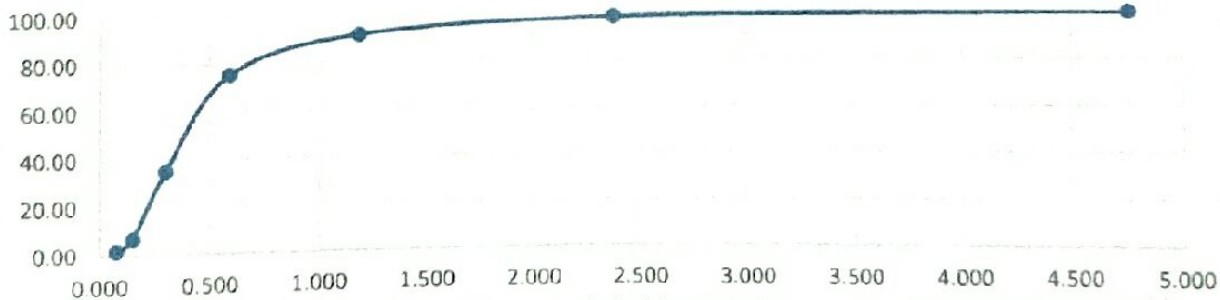
**Cantón** : RÍO CUMBAZA

**Ubicación** : RÍO CUMBAZA

**Fecha ensayo** : 17/05/2019

Tamices ASTM	Abertura mm.	Peso Retenido	% Retenido		% Que Pasa	OBSERVACIONES
			Parcial	Acumulado		
3"	76.000					L. Líquido : N.P.
2 1/2"	63.300					L. Plástico : N.P.
2"	50.600					I. Plástico : N.P.
1 1/2"	38.100					Clas. SUCS : SP
1"	25.400					Clas. AASHTO : A-3 (0)
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					<b>Peso de Muestra en Gr.</b>
3/8"	9.525					Muestra seca : 500.00
1/4"	6.350					Muestra Lavada: 493.65
N°04	4.760				100.00	
N°08	2.380	9.27	1.85	1.85	98.15	
N°16	1.190	31.65	6.33	8.18	91.82	
N°30	0.590	82.56	16.51	24.69	75.31	
N°50	0.297	202.87	40.57	65.27	34.73	<b>MF : 2.91</b>
N°100	0.149	140.65	28.13	93.40	6.60	
N°200	0.074	25.56	5.11	98.51	1.49	
Pasa N°200		7.46	1.49			

**% Que Pasa**

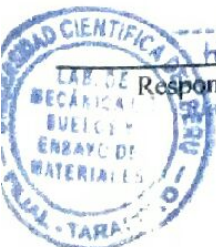


El Análisis Granulométrico por tamizado del agregado fino se realizó según ASTM C-136, NTP 400.012 los tamices cumplen con los requisitos de la Norma ASTM E 11

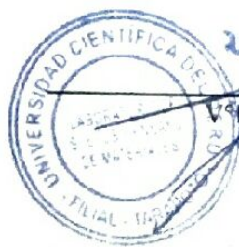
**ESPECIFICACIONES:**

**OBSERVACIONES:** El material empleado en este ensayo, corresponde a la arena de color ocre liso de partículas finas, trasladada al laboratorio por el solicitante

**RESULTADOS:** Arena mal graduada, de color ocre liso, húmeda y suelta, cantidad reducida de partículas finas, clasificada como SP.



*Helder Araujo Mezo*  
Responsable del Ensayo  
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Tecnología de Materiales  
UCP - Filial Tarapoto



*V.B. Vargas*  
Jefe de Laboratorio  
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES  
UCP - Filial Tarapoto



PROYECTO : DISEÑO DE ECOBLOQUE PARA MURO DE VIVIENDAS UTILIZANDO LA FIBRA DE COCO COMO ELEMENTO DISIPADOR DE ENERGÍA TÉRMICA, TARAPOTO -2019

UBICACIÓN : RÍO CUMBAZA, DISTRITO TARAPOTO, PROVINCIA Y REGIÓN SAN MARTÍN

ENTIDAD : UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ

SOLICITANTE : LUIS ALBERTO MOZOMBIE GONZALES Y GIAN CARLOS PIÑIN SÁNCHEZ

SUPERVISOR :

RESIDENTE :

FECHA : TARAPOTO 17 DE MAYO DE 2019

**PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO ASTM C - 29**

**DATOS DE CAMPO**

Casera : RÍO CUMBAZA

Ubicación : RÍO CUMBAZA

Fecha ensayo : 17/05/2019

N° DE	1	2	3
PESO DE MUESTRA + MOLDE (gr.)	25783	26345	26730
PESO DE MOLDE (gr.)	5885	5885	5885
PESO DE MUESTRA	19898	20460	20845
VOLUMEN DE MOLDE	14020	14020	14020
PESO UNITARIO (gr/cm <sup>3</sup> )	1.42	1.46	1.49
PROMEDIO PESO UNITARIO (Kg/m <sup>3</sup> )	<b>1.46</b>		
VACÍOS EN EL AGREGADO (%)	<b>44.37</b>		

ESPECIFICACIONES: El ensayo de Peso Unitario Suelto del agregado fino se desarrolló según las Normas ASTM C 29 y N.T.P. 400.017.

OBSERVACIONES : El material empleado en este ensayo, corresponde a la arena de color ocre liso de partículas finas, trasladada al laboratorio por el solicitante.

RESULTADOS: El promedio del Peso Unitario Suelto del agregado fino es 1460 kg/m<sup>3</sup>.  
Los vacíos en el agregado es igual a 44.37 % del volumen.



*[Handwritten Signature]*  
Helder Araujo Mejo  
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Tecnología de Materiales  
UCP - Filial Tarapoto  
Responsable del Ensayo



*[Handwritten Signature]*  
Ing. Caleb Hinojosa Vargas  
V°B° Jefe de Laboratorio

# UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES



**PROYECTO** : DISEÑO DE ECOBLOQUE PARA MURO DE VIVIENDAS UTILIZANDO LA FIBRA DE COCO COMO ELEMENTO DISIPADOR DE ENERGÍA TÉRMICA, TARAPOTO - 2019  
**UBICACIÓN** : RÍO CUMBAZA, DISTRITO TARAPOTO, PROVINCIA Y REGIÓN SAN MARTÍN  
**ENTIDAD** : UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ  
**SOLICITANTE** : LUIS ALBERTO MOZOMBIE GONZALES Y GIAN CARLOS PIÑIN SÁNCHEZ  
**SUPERVISOR** :  
**RESIDENTE** :  
**FECHA** : TARAPOTO 17 DE MAYO DE 2019

## PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO ASTM C - 29

**DATOS DE CAMPO**

**Cantera** : RÍO CUMBAZA  
**Ubicación** : RÍO CUMBAZA  
**Fecha ensayo** : 17/05/2019

N° DE	1	2	3
PESO DE MUESTRA + MOLDE (gr)	26345	28734	27453
PESO DE MOLDE (gr.)	5885	5885	5885
PESO DE MUESTRA	20460	22849	21568
VOLUMEN DE MOLDE	14020	14020	14020
PESO UNITARIO	1.459	1.630	1.538
<b>PROMEDIO PESO</b>	<b>1.542</b>		
VACÍOS EN EL AGREGADO (%)			

**ESPECIFICACIONES:** El ensayo de Peso Unitario Compactado del agregado fino se desarrolló según las Normas ASTM C 29 y N.T.P. 400.017.  
**OBSERVACIONES :** El material empleado en este ensayo, corresponde a la arena de color ocre liso de partículas finas, trasladada al laboratorio por el solicitante.  
**RESULTADOS:** El promedio del Peso Unitario Compactado del agregado fino es 1542 kg/m<sup>3</sup>. Los vacíos en el agregado es igual a % del volumen.

Heider Araujo Mejo  
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Tecnología de Materiales  
 UCP - Filial Tarapoto  
**Responsable del Ensayo**

Sc. Ing. Caleb Ríos Vargas  
**V°B° Jefe de Laboratorio**

# UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES



**PROYECTO :** DISEÑO DE ECOBLOQUE PARA MURO DE VIVIENDAS UTILIZANDO LA FIBRA DE COCO COMO ELEMENTO DISIPADOR DE ENERGÍA TÉRMICA, TARAPOTO - 2019

**UBICACION :** RÍO CUMBAZA, DISTRITO TARAPOTO, PROVINCIA Y REGIÓN SAN MARTÍN

**ENTIDAD :** UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ

**SOLICITANTE :** LUIS ALBERTO MOZOMBIE GONZALES Y GIAN CARLOS PIÑIN SÁNCHEZ

**SUPERVISOR :**

**RESIDENTE :**

**FECHA :** TARAPOTO 17 DE MAYO DE 2019

## GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DEL AGREGADO ASTM C - 128

**DATOS DE CAMPO**

**Cantera :** RÍO CUMBAZA

**Ubicación :** RÍO CUMBAZA

**Fecha ensayo :** 17/05/2019

N° DE ENSAYOS	1	2	3	PROMEDIO
Peso de Mat. Seco en Estufa + Frasco	666.86	666.86	667.86	
Peso de Frasco	168.86	168.86	168.86	
<b>A</b> Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en aire)	500.00	500.00	500.00	
<b>B</b> Peso Frasco + H <sub>2</sub> O	965.61	965.61	965.61	
<b>C</b> Peso Frasco + H <sub>2</sub> O + A = (A+B)	1165.61	1165.61	1165.61	
<b>D</b> Peso de Mat. + H <sub>2</sub> O en el Frasco	975.74	975.74	975.19	
<b>E</b> Vol. Masa + Vol. de Vacío = (C-D)	189.87	189.85	189.42	
<b>F</b> Peso de Mat. Seco en Estufa (105°C)	498.00	498.00	499.00	
<b>G</b> Vol. Masa = (E-A+F)	187.87	187.85	188.42	
Peso Específico de Masa (Base Seca) = (F/E)	2.623	2.623	2.634	<b>2.63</b>
Peso Específico de Masa (S S S) = (A/E)	2.633	2.634	2.640	<b>2.64</b>
Peso Específico Aparente = (F/G)	2.651	2.651	2.648	<b>2.65</b>
% de Absorción = ((A-F)/F)*100	0.40	0.40	0.20	<b>0.33</b>

**ESPECIFICACIONES** El ensayo Gravedad Específica y Absorción del agregado fino se desarrolló según las Normas ASTM C 128 y N.T.P. 400.022

**OBSERVACIONES** El material empleado en este ensayo, corresponde a la arena de color ocre liso de partículas finas, trasladada al laboratorio por el solicitante

**RESULTADOS** El promedio del Peso Específico del agregado fino es 2.63 gr/cc. El promedio del % de Absorción del agregado fino es 0.33%

*[Firma]*

**Wilder Araujo Mejo**  
Ingeniero Mecánico del  
 Laboratorio de Materiales  
 Universidad Científica del Perú - Tarapoto

**Responsable del Ensayo**

*[Firma]*

**VºBº Jefe de Laboratorio**



UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL  
PERÚ  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
Y ENSAYOS DE MATERIALES



**PROYECTO** : DISEÑO DE ECOBLOQUE PARA MURO DE VIVIENDAS  
UTILIZANDO LA FIBRA DE COCO COMO ELEMENTO DISIPADOR  
DE ENERGÍA TÉRMICA. TARAPOTO-2019.

**UBICACIÓN** : RÍO CUMBAZA, DISTRITO TARAPOTO, PROVINCIA Y REGIÓN  
SAN MARTÍN

**ENTIDAD** : UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ

**SOLICITANTE** : LUIS ALBERTO MOZOMBIE GONZALES Y GIAN CARLOS PIÑÍN  
SÁNCHEZ

**SUPERVISOR** :

**RESIDENTE** :

**FECHA** : TARAPOTO 17 DE MAYO DE 2019

**CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA POR EL TAMIZ N°200 ASTM C - 117**

**DATOS DE CAMPO**

**Cantera** : RÍO CUMBAZA

**Ubicación** : RÍO CUMBAZA

**Fecha ensayo** : 17/05/2019

N° DE ENSAYOS	1	2	3
PESO DE MUESTRA + TARA (gr)	631.00	628.00	625.00
PESO DE MUESTRA LAVADA + TARA (gr)	597.00	589.00	585.00
PESO DE TARA (gr)	110.60	107.95	104.67
% QUE PASA LA MALLA N°200	5.40	5.46	5.59
<b>PROMEDIO DE % QUE PASA MALLA N°200</b>	<b>5.48</b>		

**ESPECIFICACIONES:** El ensayo de Cantidad de Material Fino que Pasa por el Tamiz N°200 se desarrolló según la Norma ASTM C 117.

**OBSERVACIONES :** El material empleado en este ensayo, corresponde a la arena de color ocre liso de partículas finas, trasladada al laboratorio por el solicitante.

**RESULTADOS:** El promedio del porcentaje que pasa la malla N°200 del agregado fino es 5.48 %.



*Heider Araujo Mego*  
Heider Araujo Mego  
Laboratorio de Mecánica de  
Suelos y Tecnología de Materiales  
UCP - Filial Tarapoto  
Responsable del Ensayo



*Ing. Caleb Rios Vargas*  
Ing. Caleb Rios Vargas  
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Tecnología de Materiales  
UCP - Filial Tarapoto  
V°B° Jefe de Laboratorio

# **ENSAYOS A LA COMPRESIÓN DEL ECOBLOQUE**

# **ENSAYO A LA COMPRESIÓN A LOS 7 DÍAS**



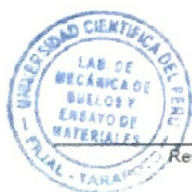
PROYECTO	:	DISEÑO DE ECOBLOQUE PARA MURO DE VIVIENDAS UTILIZANDO LA FIBRA DE COCO COMO ELEMENTO DISIPADOR DE ENERGÍA TÉRMICA, TARAPOTO - 2019
UBICACIÓN	:	DISTRITO TARAPOTO, PROVINCIA Y REGIÓN SAN MARTÍN
ENTIDAD	:	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ
SOLICITANTE	:	LUIS ALBERTO MOZOMBIE GONZALES Y GIAN CARLOS PIÑIN SÁNCHEZ
DOCENTE	:	
FECHA	:	TARAPOTO, 25 DE MAYO DE 2019

### ENSAYO DE COMPRESIÓN

DE DISEÑO PRELIMINAR DE BLOQUES DE MAMPOSTERÍA  
NTP 339.007


Fc de Diseño :  Kg/cm<sup>2</sup> Ensayo a los 7 días (0.5 % - D: 3 cm)

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Fabricación	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area Bruta (cm <sup>2</sup> )	Res. Obt. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resist. Promedio	% Con respecto al 100%
1	ECOBLOQUE	18/05/2019	25/05/2019	7	40.41	4091.8	199.6	20.5	21.18	29.29
2	ECOBLOQUE	18/05/2019	25/05/2019	7	46.84	4774.432	199.6	23.92		34.17
3	ECOBLOQUE	18/05/2019	25/05/2019	7	34.38	3504.976	199.6	17.56		25.08
4	ECOBLOQUE	18/05/2019	25/05/2019	7	44.55	4540.9	199.6	22.75		32.5



  
Helder Araujo Mego  
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Tecnología de Materiales  
UCP - Filial Tarapoto  
Responsable del Ensayo



UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ  
  
M.Sc. Ing. Caleb Dios Vargas  
Jefe de Laboratorio de Suelos y Ensayo de Materiales  
UCP - Filial Tarapoto  
V°B° Jefe de Laboratorio



**UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES



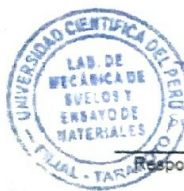
PROYECTO	:	DISEÑO DE ECOBLOQUE PARA MURO DE VIVIENDAS UTILIZANDO LA FIBRA DE COCO COMO ELEMENTO DISIPADOR DE ENERGÍA TÉRMICA, TARAPOTO - 2019
UBICACION	:	DISTRITO TARAPOTO, PROVINCIA Y REGIÓN SAN MARTÍN
ENTIDAD	:	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ
SOLICITANTE	:	LUIS ALBERTO MOZOMBIE GONZALES Y GIAN CARLOS PIÑIN SÁNCHEZ
DOCENTE	:	
FECHA	:	TARAPOTO, 25 DE MAYO DE 2019

**ENSAYO DE COMPRESIÓN**

DE DISEÑO PRELIMINAR DE BLOQUES DE MAMPOSTERÍA  
NTP 339.007

Fc de Diseño :  Kg/cm<sup>2</sup> Ensayo a los 7 días (1.0% - D: 5 cm)

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Fabricación	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area Bruta (cm <sup>2</sup> )	Res. Obt. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resist. Promedio	% Con respecto al 100%
1	ECOBLOQUE	18.05.2019	25.05.2019	7	63.75	6498.976	199.6	32.56	33.69	46.51
2	ECOBLOQUE	18.05.2019	25.05.2019	7	62.40	6361.252	199.6	31.87		45.53
3	ECOBLOQUE	18.05.2019	25.05.2019	7	73.55	7496.976	199.6	37.56		53.66
4	ECOBLOQUE	18.05.2019	25.05.2019	7	64.13	6536.900	199.6	32.75		46.79



*Helder Araujo Mega*  
Helder Araujo Mega  
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Tecnología de Materiales  
UCP - Filial Tarapoto  
Responsable del Ensayo



*M. Sc. Carlos Rivas Vargas*  
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES  
Filial Tarapoto  
V°B° Jefe de Laboratorio



PROYECTO	:	DISEÑO DE ECOBLOQUE PARA MURO DE VIVIENDAS UTILIZANDO LA FIBRA DE COCO COMO ELEMENTO DISIPADOR DE ENERGIA TERMICA. TARAPOTO - 2019
UBICACIÓN	:	DISTRITO TARAPOTO. PROVINCIA Y REGIÓN SAN MARTÍN
ENTIDAD	:	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ
SOLICITANTE	:	LUIS ALBERTO MOZOMBIE GONZALES Y GIAN CARLOS PIÑIN SÁNCHEZ
DOCENTE	:	
FECHA	:	TARAPOTO, 25 DE MAYO DE 2019

### ENSAYO DE COMPRESIÓN

DE DISEÑO PRELIMINAR DE BLOQUES DE MAMPOSTERÍA  
NTP 339.007

Fc de Diseño :  Kg/cm<sup>2</sup> Ensayo a los 7 días (1.5 % - D: 10 cm)

N° Mat.	Estructura o identificación	Fecha de Fabricación	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area Bruta (cm <sup>2</sup> )	Res. Obt. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resist. Promedio	% Con respecto al 100%
1	ECOBLOQUE	18/05/2019	25/05/2019	7	46.13	4702.576	199.6	23.56	26.90	33.66
2	ECOBLOQUE	18/05/2019	25/05/2019	7	48.31	4924.132	199.6	24.67		35.24
3	ECOBLOQUE	18/05/2019	25/05/2019	7	63.75	6498.976	199.6	32.56		46.51
4	ECOBLOQUE	18/05/2019	25/05/2019	7	52.48	5349.280	199.6	26.8		38.29



*[Firma]*  
Helder Araujo Mejo  
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayos de Materiales  
U.C.P. - Físcal Tarapoto  
Responsable del Ensayo



*[Firma]*  
Se. Ing. Carlos Vargas  
V°B° Jefe de Laboratorio

# **ENSAYO A LA COMPRESIÓN A LOS 14 DÍAS**



PROYECTO	:	DISEÑO DE ECOBLOQUE PARA MURO DE VIVIENDAS UTILIZANDO LA FIBRA DE COCO COMO ELEMENTO DISIPADOR DE ENERGÍA TÉRMICA, TARAPOTO - 2019.
UBICACIÓN	:	DISTRITO TARAPOTO, PROVINCIA Y REGIÓN SAN MARTÍN
ENTIDAD	:	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ
SOLICITANTE	:	LUIS ALBERTO MOZOMBIE GONZALES Y GIAN CARLOS PIÑIN SÁNCHEZ
DOCENTE	:	
FECHA	:	TARAPOTO, 01 DE JUNIO DE 2019

### ENSAYO DE COMPRESIÓN

DE DISEÑO PRELIMINAR DE BLOQUES DE MAMPOSTERÍA  
NTP 339.007

Fc de Diseño :  Kg/cm<sup>2</sup> Ensayo a los 14 días (0.5 % - D: 3cm )

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Fabricación	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area Bruta (cm <sup>2</sup> )	Res. Obt. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resist. Promedio	% Con respecto al 100%
1	ECOBLOQUE	18/05/2019	01/06/2019	14	65.48	6674.624	199.6	33.44	36.97	47.77
2	ECOBLOQUE	18/05/2019	01/06/2019	14	68.49	6982.008	199.6	34.98		49.97
3	ECOBLOQUE	18/05/2019	01/06/2019	14	83.34	8494.976	199.6	42.56		60.80
4	ECOBLOQUE	18/05/2019	01/06/2019	14	72.25	7365.240	199.6	36.9		52.71



*Kilder Araujo Mago*  
Kilder Araujo Mago  
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayos de Materiales  
Responsible del Ensayo



*Sc. Ing. Calixto Vargas*  
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ  
Sc. Ing. Calixto Vargas  
V°B° Jefe de Laboratorio



PROYECTO	:	DISEÑO DE ECOBLOQUE PARA MURO DE VIVIENDAS UTILIZANDO LA FIBRA DE COCO COMO ELEMENTO
UBICACIÓN	:	DISIPADOR DE ENERGÍA TÉRMICA, TARAPOTO - 2019.
ENTIDAD	:	DISTRITO TARAPOTO, PROVINCIA Y REGIÓN SAN MARTÍN
SOLICITANTE	:	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ
DOCENTE	:	LUIS ALBERTO MOZOMBIE GONZALES Y GIAN CARLOS PIÑIN SÁNCHEZ
FECHA	:	TARAPOTO, 01 DE JUNIO DE 2019

### ENSAYO DE COMPRESIÓN

DE DISEÑO PRELIMINAR DE BLOQUES DE MAMPOSTERÍA  
NTP 339.007

Fc de Diseño :  Kg/cm<sup>2</sup> Ensayo a los 14 días (1.00 % - D: 5cm )

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Fabricación	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area Bruta (cm <sup>2</sup> )	Res. Obt. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resist. Promedio	% Con respecto al 100%
1	ECOBLOQUE	18.05.2019	01.06.2019	14	87.84	8954.056	199.6	44.86	52.46	64.09
2	ECOBLOQUE	18.05.2019	01.06.2019	14	93.38	9518.924	199.6	47.69		68.13
3	ECOBLOQUE	18.05.2019	01.06.2019	14	111.55	11371.212	199.6	56.97		81.39
4	ECOBLOQUE	18.05.2019	01.06.2019	14	118.07	12035.880	199.6	60.3		86.14



*Helder Araujo Mejo*  
Helder Araujo Mejo  
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Tecnología de Materiales  
UCP - Fidal Tarapoto  
Responsable del Ensayo



*Sc. Ing. Caleb Rios Vargas*  
Sc. Ing. Caleb Rios Vargas  
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Tecnología de Materiales  
UCP - Fidal Tarapoto  
V°B° Jefe de Laboratorio



UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES



PROYECTO	:	DISEÑO DE ECOBLOQUE PARA MURO DE VIVIENDAS UTILIZANDO LA FIBRA DE COCO COMO ELEMENTO DISIPADOR DE ENERGÍA TÉRMICA, TARAPOTO - 2019
UBICACIÓN	:	DISTRITO TARAPOTO, PROVINCIA Y REGIÓN SAN MARTÍN
ENTIDAD	:	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ
SOLICITANTE	:	LUIS ALBERTO MOZOMBIE GONZALES Y GIAN CARLOS PIÑIN SÁNCHEZ
DOCENTE	:	
FECHA	:	TARAPOTO, 01 DE JUNIO DE 2019

### ENSAYO DE COMPRESIÓN

DE DISEÑO PRELIMINAR DE BLOQUES DE MAMPOSTERÍA  
NTP 339.007

Fc de Diseño :  Kg/cm<sup>2</sup> Ensayo a los 14 días (1.5 % - D: 10cm )

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Fabricación	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Carga Max. (KN)	Carga Max. (Kg)	Area Bruta (cm <sup>2</sup> )	Res. Obt. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resist. Promedio	% Con respecto al 100%
1	ECOBLOQUE	18/05/2019	01/06/2019	14	69.84	7119.732	199.6	35.67	40.37	50.96
2	ECOBLOQUE	18/05/2019	01/06/2019	14	83.34	8494.976	199.6	42.56		60.80
3	ECOBLOQUE	18/05/2019	01/06/2019	14	65.50	6676.620	199.6	33.45		47.79
4	ECOBLOQUE	18/05/2019	01/06/2019	14	97.51	9940.080	199.6	49.8		71.14



*[Firma]*  
Róger Araujo Mego  
Responsable del Ensayo



*[Firma]*  
VºBº Jefe de Laboratorio

# **ENSAYO A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS**



**UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES



PROYECTO	:	DISEÑO DE ECOBLOQUE PARA MICRO DE VIVIENDAS UTILIZANDO LA FIBRA DE COCO COMO ELEMENTO DISIPADOR DE ENERGÍA TÉRMICA, TARAPOTO - 2019.
UBICACIÓN	:	DISTRITO TARAPOTO, PROVINCIA Y REGIÓN SAN MARTÍN
ENTIDAD	:	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ
SOLICITANTE	:	LUIS ALBERTO MOZOMBIE GONZALES Y GIAN CARLOS PIÑIN SÁNCHEZ
DOCENTE	:	
FECHA	:	TARAPOTO, 15 DE JUNIO DE 2019

**ENSAYO DE COMPRESIÓN**

DE DISEÑO PRELIMINAR DE BLOQUES DE MAMPOSTERÍA  
NTP 339.007

Fc de Diseño :  Kg/cm<sup>2</sup> Ensayo a los 28 días (0.5 % - D: 3cm )

N° Met.	Estructura o Identificación	Fecha de Fabricación	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area Bruta (cm <sup>2</sup> )	Res. Obt. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resist. Promedio	% Con respecto al 100%
1	ECOBLOQUE	18/05/2019	15/06/2019	28	132.17	13473.000	199.6	67.5	61.97	96.43
2	ECOBLOQUE	18/05/2019	15/06/2019	28	111.22	11337.280	199.6	56.8		81.14
3	ECOBLOQUE	18/05/2019	15/06/2019	28	126.49	12894.160	199.6	64.6		92.29
4	ECOBLOQUE	18/05/2019	15/06/2019	28	115.45	11768.416	199.6	58.96		84.23



*[Firma]*  
Eduardo Araujo Mego  
Responsable del Ensayo



*[Firma]*  
V.B. Jefe de Laboratorio



**UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES



PROYECTO	:	DISEÑO DE ECOBLOQUE PARA MURO DE VIVIENDAS UTILIZANDO LA FIBRA DE COCO COMO ELEMENTO DISIPADOR DE ENERGÍA TÉRMICA, TARAPOTO - 2019.
UBICACIÓN	:	DISTRITO TARAPOTO, PROVINCIA Y REGIÓN SAN MARTÍN
ENTIDAD	:	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ
SOLICITANTE	:	LUIS ALBERTO MOZOMBIE GONZALES Y GIAN CARLOS PIÑIN SÁNCHEZ
DOCENTE	:	
FECHA	:	TARAPOTO, 15 DE JUNIO DE 2019

**ENSAYO DE COMPRESIÓN**

DE DISEÑO PRELIMINAR DE BLOQUES DE MAMPOSTERÍA  
NTP 339.007

Fc de Diseño :  Kg/cm<sup>2</sup> Ensayo a los 28 días (1.00 % - D: 5cm )

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Fabricación	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area Bruta (cm <sup>2</sup> )	Res. Obt. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resist. Promedio	% Con respecto al 100%
1	ECOBLOQUE	18/05/2019	15/06/2019	28	152.51	15546.844	199.6	77.89	87.14	111.27
2	ECOBLOQUE	18/05/2019	15/06/2019	28	163.83	16700.532	199.6	83.67		119.53
3	ECOBLOQUE	18/05/2019	15/06/2019	28	173.19	17654.620	199.6	88.45		126.36
4	ECOBLOQUE	18/05/2019	15/06/2019	28	192.99	19672.576	199.6	98.56		140.80



*[Signature]*  
Ing. Víctor Araujo Mego  
Responsable del Ensayo



*[Signature]*  
Ing. Carlos Ríos Vargas  
V°B° Jefe de Laboratorio



UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES



PROYECTO	:	DISEÑO DE ECOBLOQUE PARA MURO DE VIVIENDAS UTILIZANDO LA FIBRA DE COCO COMO ELEMENTO DISIPADOR DE ENERGÍA TÉRMICA. TARAPOTO - 2019.
UBICACIÓN	:	DISTRITO TARAPOTO, PROVINCIA Y REGIÓN SAN MARTÍN
ENTIDAD	:	UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ
SOLICITANTE	:	LUIS ALBERTO MOZOMBIE GONZALES Y GIAN CARLOS PIÑIN SÁNCHEZ
DISEÑADO POR	:	
FECHA	:	TARAPOTO, 15 DE JUNIO DE 2019

### ENSAYO DE COMPRESIÓN

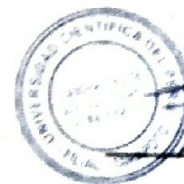
DE DISEÑO PRELIMINAR DE BLOQUES DE MAMPOSTERÍA  
NTP 339.007

Fc. de Diseño :  Kg/cm<sup>2</sup> Ensayo a los 28 días (1.5 % - D: 10cm )

Nº Mat.	Estructura o Identificación	Fecha de Fabricación	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area Bruta (cm <sup>2</sup> )	Res. Obt. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resist. Promedio	% Con respecto al 100%
1	ECOBLOQUE	18/05/2019	15/06/2019	28	159.58	16267.400	199.6	81.5	66.70	116.43
2	ECOBLOQUE	18/05/2019	15/06/2019	28	122.50	12486.976	199.6	62.56		89.37
3	ECOBLOQUE	18/05/2019	15/06/2019	28	115.41	11764.424	199.6	58.94		84.20
4	ECOBLOQUE	18/05/2019	15/06/2019	28	124.93	12734.480	199.6	63.8		91.14



*Karlmann*



*Gian Carlos Piñin Sánchez*  
V'B\* Jefe de Laboratorio

# ENSAYOS DE LA FIBRA DE COCO



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y P

CIUDAD UNIVERSITARIA - MORALES



## ENSAYO DE TERMOGRAVIMETRIA

Norma ASTM C-618

TESIS: DISEÑO DE ECOBLOQUES PARA MURO DE VIVIENDAS, UTILIZANDO LA FIBRA DE COCO COMO ELEMENTO DISIPADOR DE ENERGÍA TÉRMICA.

CANTERA DE LA FIBRA DE COCO: LOC. PUCACACA

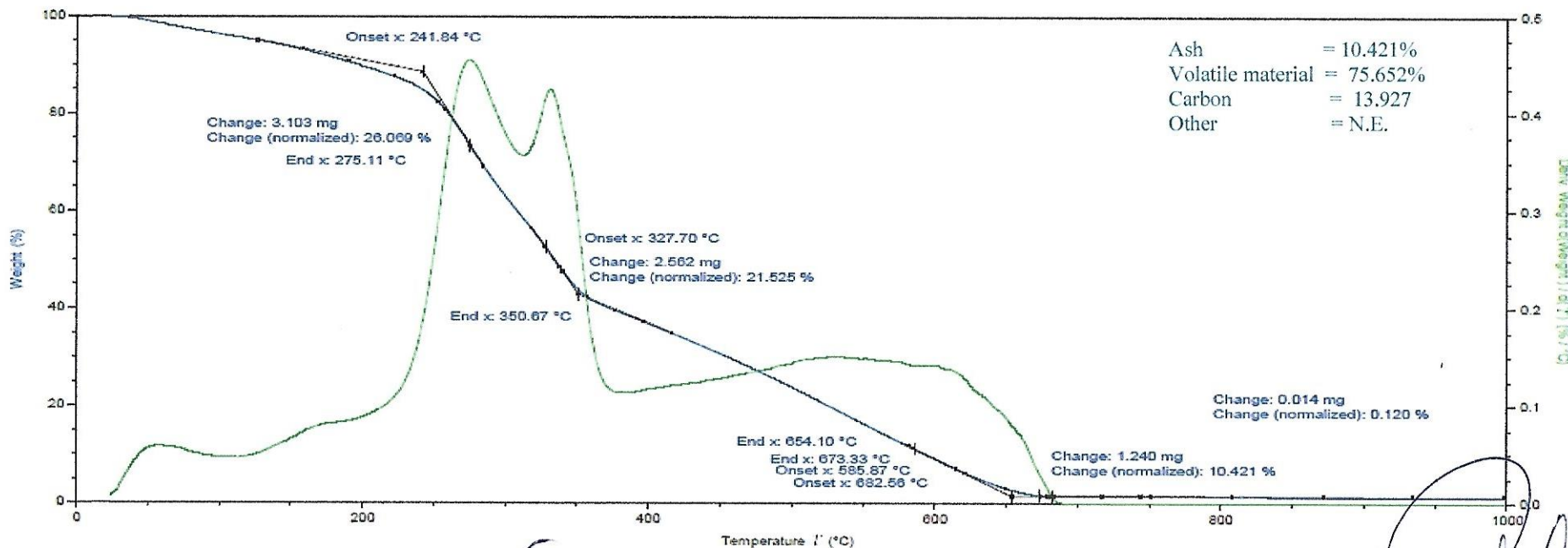
MUESTRA: FIBRAS DE COCO

FECHA DE INICIO: 30/05/2019

FECHA DE TERMINO: 31/05/2019

SOLICITA: TESISTAS LUIS ALBERTO MOZOMBITE GONZALES Y GIAN CARLOS PIÑÍN SÁNCHEZ

residuos de palmito



Observaciones: La muestra no se volatiliza a partir 710°C

136



*Carlos E. Chung Rojas*  
 Ing. Carlos E. Chung Rojas  
 JEFE DEL LAB. DE MEC. DE SUELOS, FAVYC  
 CIP N° 50130  
 UNSM - FICA



*Robert Navarro Mori*  
 Ing. Robert Navarro Mori  
 TEC. LMSYP LAB. DE MEC. DE SUELOS Y CONCRETO  
 UNSM-FICA RADEL N° 123-2018



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y P  
CIUDAD UNIVERSITARIA - MORALES



## ENSAYO DE TERMOGRAVIMETRIA (DEGRADACION TÉRMICA)

Norma ASTM C-618-1

TESIS: DISEÑO DE ECOBLOQUES PARA MURO DE VIVIENDAS, UTILIZANDO LA FIBRA DE COCO COMO ELEMENTO DISIPADOR DE ENERGÍA TÉRMICA.

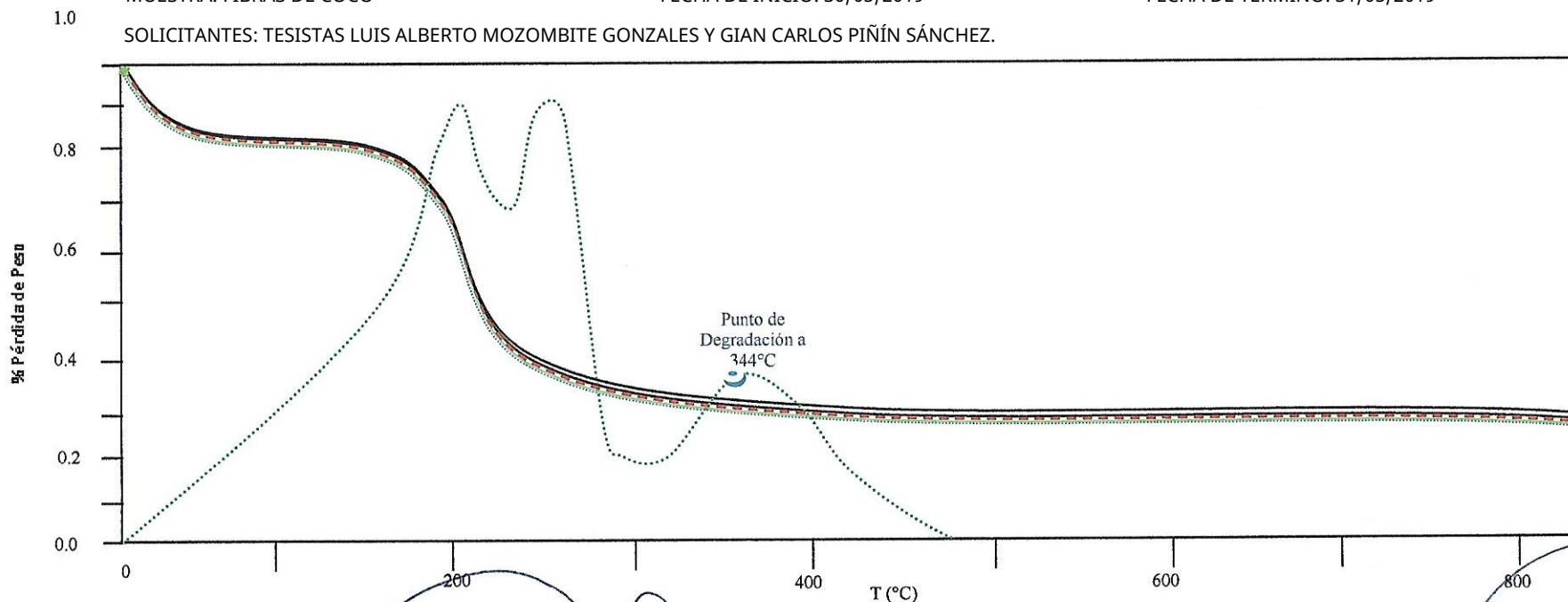
CANTERA DE LA FIBRA DE COCO LOC., PUCACACA

MUESTRA: FIBRAS DE COCO

FECHA DE INICIO: 30/05/2019

FECHA DE TERMINO: 31/05/2019

SOLICITANTES: TESISTAS LUIS ALBERTO MOZOMBITE GONZALES Y GIAN CARLOS PIÑÍN SÁNCHEZ.



**Conclusión:** La temperatura a la cual comienza la degradación de los componentes de la fibra en estudio comienza entorno 344° C presenta un pico máximo 380° a 400° C.

137



*Carlos E. Chung Rojas*  
Ing. Carlos E. Chung Rojas  
JEFE DEL LAB. DE MEC DE SUELOS, PAV.  
CIP N° 56139  
UNSM-FICA



*Robert Navarro Mori*  
Ing. Robert Navarro Mori  
TEC. LMS y LAB. DE MEC. DE SUELOS Y CONCRETO  
UNSM-FICA RADEL N° 123-2018