The background of the entire page is a close-up photograph of a large pile of light-colored wood shavings and sawdust. The shavings are irregular in shape and size, creating a textured, fibrous appearance. A dark purple rectangular box is overlaid on the center of the image, containing the title and author information.

# Elaboración de hormigones alivianados con inclusión de fibras vegetales en proyectos de Arquitectura, 2022

Damarys Irene Jimenez Lasso

JIMENÉZ.L.DAMARYS. I.

Elaboración de hormigones alivianados con inclusión de fibras vegetales en proyectos de Arquitectura Quito, 2022. Universidad Indoamérica.



**Universidad  
Indoamérica**

**CARRERA DE ARQUITECTURA Y CONSTRUCCIÓN**

**Elaboración de hormigones alivianados con inclusión de fibras vegetales en  
proyectos de arquitectura,2022.**

Trabajo previo a la obtención de del título de Arquitecto

Autor  
Jimenez Lasso Damarys Irene  
Tutor  
Ing. Jorge Ponce

Quito, Ecuador  
2023

## **AUTORIZACIÓN POR PARTE FRL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE TÍTULACIÓN.**

Yo, DAMARYS IRENE JIMENEZ LASSO, declaro ser autora del Trabajo de Titulación con el nombre “Elaboración de hormigones alivianados con inclusión de fibras vegetales en proyectos de arquitectura, Quito, 2022”, como requisito para optar al grado de arquitecta y autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicional en donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Quito, a los 6 días del mes de Marzo de 2023, firmo conforme:



.....  
DAMARYS IRENE JIMENEZ LASSO

C.I. 1717660334

Dirección: Pichincha, Quito, Sede, Cotocollao

Correo electrónico: jimenezlassod@gmail.com

## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, como requerimiento previo para la obtención del Título de Arquitecto, son absolutamente originales, auténticos y personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica de la autora.

QUITO, 6 de Marzo de 2023.



.....  
DAMARYS IRENE JIMENEZ LASSO  
C.I. 1717660334

## APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Integración Curricular “Elaboración de hormigones alivianados con inclusión de fibras vegetales en proyectos de arquitectura, Quito, 2022” presentado por JIMENEZ LASSO DAMARYS IRENE para optar por el Título de Arquitecto., CERTIFICO Que dicho trabajo de investigación ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del Tribunal .Examinador que se designe.

QUITO, 6 de Marzo de 2023.



Firmado electrónicamente por:  
**JORGE PONCE TAMAYO**

.....  
ING. JORGE PONCE TAMAYO  
C.I. 1757008436

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

El trabajo de Titulación, ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, sobre el Tema: “Elaboración de hormigones alivianados con inclusión de fibras vegetales en proyectos de arquitectura, Quito, 2022”, previo a la obtención del Título de Arquitecto , reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del trabajo de integración curricular autora.

QUITO ,6 de Marzo de 2023.



Firmado electrónicamente por:  
**FRANK YLIHE BERNAL  
TURINO**

---

ARQ.FRANK YLIHE BERNAL TURINO  
C.I. 1756895171



Firmado electrónicamente por:  
**DANIELA ORTIZ  
GUACHAMIN**

---

ARQ.DANIELA ORTIZ GUACHAMIN  
C.I. 1718785676

## DEDICATORIA

Le dedico el resultado de mi trabajo a mi familia , gracias por apoyarme en cada paso que doy y nunca dejarme que me rinda especialmente a mi Mami que ha estado presente apoyándome en los buenos y malos momentos con su amor tan puro e incondicional, no se como pagarte todo lo que haz hecho por mi.

Gracias a ellos soy la persona que soy con valores y principios , una persona que no se rinde fácilmente porque aprendí que los malos momentos son enseñanzas, y cada cosa que se hace es una nueva experiencia.

También quiero dedicar esta tesis a mis Abuelitos Laurita y Cesitar que han sido parte fundamental para culminar mi carrera con su apoyo nunca hubiera alcanzado estar en esta etapa de mi vida , ahora que no estas Cesitar , espero que desde el cielo estés orgulloso y contento ya que lo logramos juntos .

y por ultimo no menos importante a la Familia Encalada Rodriguez , ya que se han convertido en mi segunda hogar ,gracias por todos los consejos y amor que me han brindado durante 9 años y a ti Pedro porque siempre haz estado y estarás en cada paso que doy con tu amor y paciencia.

## AGRADECIMIENTO

A todas esas personas que han estado en mi etapa universitaria hoy culmina una meta ,a lado de todos ustedes no puedo dejar de recordar las horas de trabajo el cansancio y las ganas de rendirme en medio del camino , pero aquí estoy feliz de haberlo logrado , gracias a mi Tutor el Ingeniero Jorge Ponce por brindarme su conocimiento y su paciencia , y a todos mis Docentes han sido parte fundamental para mi formación .

## RESUMEN

El uso de la mampostería a menudo no corresponde a la calidad requerida en varios proyectos de construcción. Como tal, conlleva consecuencias desde el proceso de desmantelamiento hasta la prefabricación por su falta de impermeabilización hace que este material sea compacto, rígido, macizo, cerrado, pesado y sobre todo duro. El objetivo del trabajo fue elaborar hormigones alivianados con inclusión de fibras vegetales para comparar su densidad y resistencia para impulsar su uso en las diferentes construcciones arquitectónicas, para ello se caracterizaron los diferentes materiales y la fibra. Se utilizó el método de las superficies de respuesta para mezclas, los elementos a unir fueron la piedra triturada, el polvo azul y la fibra de bambú, el cemento se mantuvo constante, se restringió el espacio muestral estudiado desechando las zonas donde los componentes constituyen el 100 % del material, se generaron 10 dosificaciones, en cada una se elaboraron 10 en total obtuvimos por todas las muestras 100 Bloques de los cuales 3 fueron sometidos a ensayos de resistencia a compresión, absorción y densidad. Se obtuvieron las superficies de respuesta para las tres variables medidas así como las ecuaciones que caracterizan cada una de las superficies con un  $p$  valúe menor de 0,05 con un elevado valor de  $R^2$ , se obtuvieron los gráficos de trazas que permiten evaluar el efecto de los diferentes componentes en los resultados, así se pudo comprobar que incrementos en el contenido de áridos trae .Como consecuencia se obtuvo subidas en la resistencia mientras que incrementos del contenido de fibra hacen que baje la resistencia y se incremente la absorción. Para bloques tipo C se recomienda una dosificación de 0.5:0.35:0.5 polvo de piedra azul, agregado de  $\frac{3}{4}$  y fibra de bambú con un contenido de cemento que se mantuvo constante de 0.5.

**DESCRIPTORES:**Objetivo | | Fibra | Piedra de polvo azul | Agregado 3/4 | | Dosificaciones |



## ABSTRACT

The use of masonry often does not correspond to the quality required in various construction projects. As such, it entails consequences from the dismantling process to prefabrication due to its lack of waterproofing, which makes this material compact, rigid, solid, closed, heavy and above all hard. The objective of the work was to elaborate lightened concretes with the inclusion of vegetal fibers to compare their density and resistance to promote their use in different architectural constructions, for this purpose the different materials and the fiber were characterized. The response surface method was used for mixtures, the elements to be joined were crushed stone, blue powder and bamboo fiber, the cement was kept constant, the sample space studied was restricted by discarding the areas where the components constitute 100% of the material, 10 dosages were generated, in each one 10 were elaborated in total we obtained for all the samples 100 blocks of which 3 were subjected to tests of compressive strength, absorption and density. The response surfaces were obtained for the three measured variables as well as the equations that characterize each one of the surfaces with a p value less than 0.05 with a high value of R<sup>2</sup>, the trace graphs were obtained that allow evaluating the effect of the different components in the results, thus it was possible to verify that increases in the aggregate content bring as a consequence increases in the resistance while increases in the fiber content cause a decrease in resistance and an increase in absorption. For type C blocks, a dosage of 0.5:0.35:0.5 bluestone powder,  $\frac{3}{4}$  aggregate and bamboo fiber was recommended with a cement content that remained constant at 0.5.

**KEY WORDS:** Objective | Fiber | Bluestone powder | Aggregate  $\frac{3}{4}$  | Dosages |



## INDICE DE CONTENIDOS

<b>ETAPA 1 CONOCIMIENTO PREVIO</b> .....	14
1.1. Introducción.....	15
1.2. Tema General.....	15
1.3 Tema Especifico.....	15
1.4. Objetivos.....	17
1.5. Objetivo General.....	17
1.6 Objetivos Específicos.....	17
1.7 Justificación.....	18
<b>ETAPA 2 APLICACIÓN METODOLÓGICA</b> .....	19
2.1 Fundamentación teorica.....	20
2.2. El hormigón y la tecnología de las fibras vegetales.....	20
2.3. Los agregados.....	21
2.4 Granulometría.....	22
2.5 Peso Unitario.....	22
2.6 Absorción y humedad.....	23
2.7 Agregado Grueso.....	23
2.8 Granulometría.....	23
2.9 Peso Unitario.....	23
2.10 Cemento.....	24
2.11 Características del Cemento.....	24
2.12 Agua de mezcla.....	25
2.13 Historia del Bloque.....	25
2.14 Terminos y definiciones.....	25
2.15 Clasificación de los bloques.....	26
2.16 Absorción.....	27
2.17 Preparación de la muestra y unidad ensayada.....	27
2.19 Saturación.....	27
2.20 Secado.....	27
2.21 Compresión.....	28

2.22 Preparación y preservación de la muestra y unidad ensayada.....	28
2.23 Posición de Unidades.....	28
2.24 Maquina de ensayo.....	28
2.25 Las Fibras vegetales.....	30
2.26 Cenba fabrica del bambú.....	31
2.27 Método de Superficie de respuesta.....	32
2.28 Casos de estudio.....	36
<b>ETAPA 3 DIFUSIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>42</b>
5. Resultados.....	37
6. Reflexiones Finales.....	46
7. Recomendaciones.....	47
8. Referentes Bibliográficos.....	48
9.. Anexos.....	49

## INDICE DE GRAFICOS

Grafico 1. Bloques de hormigón y sus diferentes medida.....	26
Grafico 2. Equipo Utilizado En el Ensayo de Compresión.....	29
Grafico 3. Cargas Fuerzas Interiores de muro de mampostería bloques de hormigón.....	29
Grafico 4. Detalle Cargas de Tracción de bloques de hormigón.....	30
Grafico 5. Detalle de Pared de Bloque de hormigón con fibras .....	31
Grafico 6. Material polvo azul extraído de la cantera FUCUSUCU San Antonio de Pichincha.....	42
Grafico 7. Material Chispa extraído de la cantera terrazas de Mandigo San Antonio de Pichin...	43
Grafico 8. Material Cemento tipo I Chimborazo.....	43
Grafico 9. Fabrica donde se extrae la fibra CENBA cantón Pedro Vicente M.....	44
Grafico 10. Material Rechazo De Aserrín Estopa De Bambú Traído De Pedro Vicente M.....	45
Grafico 11. Mezcla del material agregados polvo, chispa, cemento fabrica concrete Block.....	45
Grafico 12. Banda transportadora de material para su proceso de prensado fabrica con.....	46
Grafico 13. Silo para poner la mezcla para el proceso de elaboración del bloque Fa. Con.....	46
Grafico 14. Vibro Prensadora con el material por un minuto la elaboración del bloque FaCon...	68
Grafico 15. Salida del Bloque prensado Fabrica Concrete Block.....	68
Grafico 16. Producto Final Bloque con Fibras de Bambú Fabrica Concrete Block.....	68
Grafico 17. Producto Final Bloque con Fibras de Bambú y sus dosificaciones Fabrica Co.....	69
Grafico 18. Triangulo de Superficie de Respuesta comportamiento de la resistencia.....	69
Grafico 19. Triangulo de Superficie de Respuesta comportamiento de la Densidad.....	69
Grafico 20. Triangulo de Superficie de Respuesta comportamiento de la absorción.....	77

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. de Consumo, comercial del cemento a nivel mundial.....	1
Tabla 2. Uso del Bloque de Hormigón.....	26
Tabla 3. Densidad del Bloque de Hormigón.....	27
Tabla 4. Resistencia neta mínima a la compresión en bloques.....	27
Tabla 5. Análisis de paredes pesada y rígidas, respuestas probables.....	36
Tabla 6. Análisis de paredes livianas y flexibles, respuestas probables.....	36
Tabla 7. Resistencia de concreto con fibras de Guadua.....	34
Tabla 8. Factores que afectan a las diferentes propiedades de concretos con las fibras.....	35
Tabla 9. Materiales para emplearse áridos prefabricado de hormigón.....	40
Tabla 10. Variables con dosificaciones.....	41
Tabla 11. Variables con dosificaciones en carretillas cálculo de bambú por cada dosific.....	41
Tabla 12. de Ensayos Dosificación(0.5:0.35:0.35:1.05).....	49
Tabla 13. de Ensayos Dosificación 2 (0.5:0.88:0.35:0.53).....	50
Tabla 14. de Ensayos Dosificación 3 (0.5:1.05:0.53:0.18).....	51
Tabla 15. de Ensayos Dosificación 4 .....	52
Tabla 16. de Ensayos Dosificación 5 (0.5:0.53:1.05:0.18).....	53
Tabla 17. de Ensayos Dosificación 6 (0.5:0.53:0.53:0.70).....	54
Tabla 18. de Ensayos Dosificación 7 (0.5:0.35:1.40:0.00).....	55
Tabla 19. de Ensayos Dosificación 8 (0.5:0.35:0.88:0.53).....	56
Tabla 20. de Ensayos Dosificación 9 (0.5:0.70:0.70:0.35).....	57
Tabla 21. de Ensayos Dosificación 10 (0.5:0.88:0.88:0.00).....	58
Tabla 22. de Sustitución de material en porcentaje.....	59
Tabla 23. de Sustitución de material en porcentaje.....	59
Tabla 24. de Sustitución de material en porcentaje.....	60
Tabla 25. de Sustitución de material en porcentaje.....	60
Tabla 26. de Sustitución de material en porcentaje.....	61
Tabla 27. de Sustitución de material en porcentaje.....	61
Tabla 28. de Sustitución de material en porcentaje.....	61
Tabla 29. de Sustitución de material en porcentaje.....	62
Tabla 30. de Sustitución de material en porcentaje.....	62

Tabla 31. de Consumo, comercial del cemento a nivel mundial.....	63
Tabla 32. Uso del Bloque de Hormigón.....	63
Tabla 33. Densidad del Bloque de Hormigón.....	64
Tabla 34. Resistencia neta mínima a la compresión en bloques.....	64
Tabla 35. Análisis de paredes pesada y rígidas, respuestas probables.....	65
Tabla 36. Análisis de paredes livianas y flexibles, respuestas probables.....	65
Tabla 37. Resistencia de concreto con fibras de Guadua.....	66
Tabla 38. Factores que afectan a las diferentes propiedades de concretos con las fibras.....	66
Tabla 39. Materiales para emplearse áridos prefabricado de hormigón.....	67
Tabla 40. Variables con dosificaciones.....	67
Tabla 41. Variables con dosificaciones en carretillas cálculo de bambú por cada dosific.....	70
Tabla 42. de Ensayos Dosificación(0.5:0.35:0.35:1.05).....	70
Tabla 43. de Ensayos Dosificación 2 (0.5:0.88:0.35:0.53).....	71
Tabla 44. de Ensayos Dosificación 3 (0.5:1.05:0.53:0.18).....	71
Tabla 45. de Ensayos Dosificación 4 .....	72
Tabla 46. de Ensayos Dosificación 5 (0.5:0.53:1.05:0.18).....	72
Tabla 47. de Ensayos Dosificación 6 (0.5:0.53:0.53:0.70).....	73
Tabla 48. de Ensayos Dosificación 7 (0.5:0.35:1.40:0.00).....	73
Tabla 49. de Ensayos Dosificación 8 (0.5:0.35:0.88:0.53).....	74

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1 de síntesis de referentes.....	36
Cuadro 2.de Metodología.....	38



ETAPA 1  
**CONOCIMIENTO PREVIO**

## 1.1 INTRODUCCION

### 1.2. TEMA GENERAL

El uso de la mampostería ha sido una de las técnicas más antiguas desde una de las construcciones arquitectónicas más referenciadas como es la torre de babilonia, según con el paso del tiempo esta técnica ha ido mejorando y evolucionando con los diferentes sistemas constructivos. Es normal observar que el uso de la mampostería no cumple con la calidad necesaria que requiera los diferentes proyectos arquitectónicos, por lo cual trae consecuencias desde su proceso de extracción hasta su prefabricación. (Pérez, 2004).

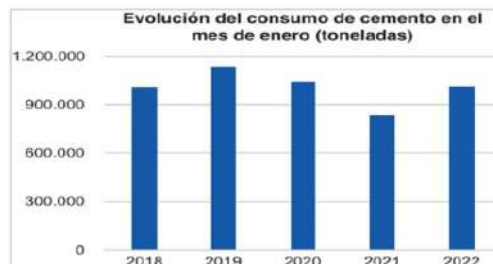
Los diferentes comportamientos que presenta la mampostería nos dan una idea de las diferentes problemáticas y fallas que con lleva un mal manejo del material y su prefabricación al momento de presentarse los diferentes desastres ambientales o las mismas cargas que tienen hacia la estructura. El abuso de la densidad del bloque de mampostería hace que obtenga un exceso de refuerzo en las diferentes estructuras, se ha ido mejorando con el paso del tiempo sin embargo aún existen cosas a resolver. (Del et al., 2016).

El bloque es una de las opciones por eso es ne

cesario tener conocimientos básicos o alternativos de los diferentes sistemas constructivos. Existe una amplia discriminación contra las diferentes innovaciones tecnológicas y la implantación de nuevos métodos. El bloque es un elemento modular, premoldeado, el costo una vivienda segura y con calidad. (Arrieta & Peñaherrera, 2001).

En Ecuador se implementó el método de construcción armada tras el desastre natural ocurrido en 1949, tras la remodelación de la provincia de Tungurahua. Hay que tomar en cuenta que tras el suceso ocurrido no se analizó las diferentes metodologías del sistema de construcción, fundamentando diferentes normas económicas del medio. Tratando de entender las diferentes técnicas de las construcciones de la mampostería reforzada. Ya que existe dos tipos de refuerzos necesario al aplicarse que debe ser considerado. (Naranjo, 2009).

Tabla 1 Consumo, comercial del cemento a nivel mundial



Fuente: (Asociación de Productores de Cemento, 2019)

En un artículo publicado por “Canteras de Quito” “tiene una persecución directa a los costos de la construcción sin olvidarnos que no todas las canteras tienen un buen manejo de los diferentes agregados, lo que produce su mal manejo medioambiental (El Comercio, 2014). Según el estudio realizado Analiza el impacto que genera la extracción de materiales pétreos en la capa superficial natural, al tener el material abierto o expuesto existe contaminación y afecta la calidad de aire. (Espinoza & Guanay, 2013).

Los elementos de hormigón más utilizados en el ámbito arquitectónico como elemento no estructural y estructural son considerados los bloques, paneles y losas. Según el (MIDUVI) los 3.8 millones de hogares que existe en el Ecuador, el 45% vive en residencias en mal estado, el 36% de hogares tiene un alto índice de déficit en construcciones inadecuadas e inseguras elaboradas con materiales inadecuados (vivienda, 2020).

El bloque de mampostería es usado en Ecuador, para la construcción de diferentes edificaciones, pero se ha visto reflejado diferentes afectaciones por sus cargas verticales como: cargas vivas, cargas de losa, y su densidad de prefabricado, cabe recalcar que las fuerzas de momentos son causados por la energía ocasio-

nada durante los diferentes sismos, lo cual tiene problemas más específicos como es la mala calidad del material, la falta de diseño previo estructural y el mal refuerzo. (Del et al., 2016).

En un artículo publicado por “Canteras -de Quito” “tiene una persecución directa a los costos de la construcción sin olvidarnos que no todas las canteras tienen un buen manejo de los diferentes agregados, lo que produce su mal manejo medioambiental (El Comercio, 2014). Según el estudio realizado Analiza el impacto que genera la extracción de materiales pétreos en la capa superficial natural, al tener el material abierto o expuesto existe contaminación y afecta la calidad de aire. (Espinoza & Guanay, 2013).

Los elementos de hormigón más utilizados en el ámbito arquitectónico como elemento no estructural y estructural son considerados los bloques, paneles y losas. Según el (MIDUVI) los 3.8 millones de hogares que existe en el Ecuador, el 45% vive en residencias en mal estado, el 36% de hogares tiene un alto índice de déficit en construcciones inadecuadas e inseguras elaboradas con materiales inadecuados (vivienda, 2020).

El bloque de mampostería es usado en Ecuador, para la construcción de diferentes edificacio-



## 1.4. OBJETIVOS

### 1.5. OBJETIVO GENERAL

Elaborar hormigones alivianados con inclusión de fibras vegetales para comparar su densidad y la resistencia para impulsar su uso en las diferentes construcciones arquitectónicas, con dos ejes una de investigación y una experimental a través de ensayos.

### 1.6. OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Caracterizar los diferentes materiales y fibra para el proceso de elaboración del prefabricado.
2. Realizar ensayos utilizando a técnica de superficie de respuesta para comprobar el efecto en la densidad y resistencia de los hormigones con su fibra.
3. Comparar que resistencia y que densidad se logra en el hormigón después de incorporar fibras vegetales, evaluando Estadísticamente.



## 1.7. JUSTIFICACIÓN

Las problemáticas que han sido expuestas, debido a los diferentes factores nace la necesidad de innovar diferentes sistemas para un mejoramiento de la mampostería, En esta Investigación se plantea realizar la elaboración de prefabricados con uno de los materiales más comprado en el ámbito de la construcción arquitectónica donde el enfoque es la exploración de los diferentes agregados, para la producción de hormigones aligerados sustituyendo algunos componentes lo que ocasiona su densidad. (Gonzales, 2019).

El componente analizar es el bloque de mampostería donde se pretende analizar mediante datos cuantitativos aprovechando las diferentes fibras, constatando sus valores mecánicos y físicos los cuales cambian por la influencia del medio ambiente, introduciendo tres tipos en diferentes ensayos con la finalidad de obtener un prefabricado, liviano con resistencia respetando las normativas establecidas obteniendo un material sustentable con un nuevo sistema de construcción (Gonzales, 2019).

ETAPA 2

**APLICACIÓN METODOLÓGICA**

## 2.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

En la actualidad existe varios criterios u opiniones a ser considerados como son: sostenibilidad y la poca emisión de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), de esta manera se obtiene productos amigables con el medio ambiente. (Básicas et al., s. f.).

Existen varias tecnologías o innovaciones que muchas de las personas no tienen Conocimiento. Los diferentes estudios de las fibras vegetales como: el cáñamo, bambú y caña guadua son conocidas por ser usadas en artesanías. Las personas que han aplicado estos tipos de fibras en diferentes estructuras son muy pocas, actualmente se necesita el desarrollo de los recursos renovables orgánicos dando así una calidad de duración de largo plazo, para el material. Actualmente solo el 80% de la población utiliza las materias primas. (Albinante et al., 2016).

Los hilos vegetales una alternativa de refuerzo por sus diferentes cualidades constructivas.

Existen varias hipótesis y experimentos que afirman que el bambú es una de las fibras que no permite la corrosión, además de ser más ligero y a la vez más económico sin afectar la calidad arquitectónica constructiva. (William, 2011).

Las fibras han sido analizadas e investigadas en refuerzos de matrices de cementicos, y cuenta con una alta resistencia, esas fibras hacen que sea potencialmente adecuadas para construcciones arquitectónicas. El comportamiento de las matrices de cemento depende de la susceptibilidad de la fibra a los daños que esta obtenga durante el proceso de mezclado. (Hernández, 2017).

Las fibras han sido analizadas e investigadas en refuerzos de matrices de cementicos, y cuenta con una alta resistencia, esas fibras hacen que sea potencialmente adecuadas para construcciones arquitectónicas. El comportamiento de las matrices de cemento depende de la susceptibilidad de la fibra a los daños que esta obtenga durante el proceso de mezclado. (Hernández, 2017).

## 2.2. EL HORMIGÓN Y LA TECNOLOGÍA DE LAS FIBRAS VEGETALES

A lo largo del tiempo sabemos que el hormigón nace en el año 1778-1855 por el albañil inglés Jhosep Aspin. Este compuesto está conformado por aglomerantes, agregados finos, gruesos y agua. Estos prefabricados se utilizan en las diferentes construcciones de mampostería, pero si bien es cierto la densidad del hormigón es muy elevada y hace que estas construcciones

sean más costosas, y más reforzadas por el peso y cargas que esta requiere. (Romea, 2014).

En el mundo de la construcción, el hormigón es tan frecuente en su utilización hace más de un siglo empezó a ser manejado como un material útil para la materialización de la construcción en los diferentes proyectos arquitectónicos.

Más de un siglo empezó a ser manejado como un material útil para la materialización de la construcción en los diferentes proyectos arquitectónicos.

Donde el hormigón resuelva eficientemente las diferentes exigencias que el edificio necesita. (Álvarez, 2012).

### 2.3. LOS AGREGADOS

Los agregados constituyen aproximadamente el 70% del hormigón en volumen y más del 80% en peso. (Romea, 2014). Los agregados son considerados como un material de granula inerte que consta de diferentes fragmentos de rocas, conocidos como; arena, grava y gravilla. Este material se comercializa en granel. Son materias primas minerales cuenta con varias propiedades como son: tamaño, calidad, la resistencia al desgaste, fragmentación, porosidad y contenido de agua. (Áridos, 2010).

Las características que tiene los agregados son:

- Limpieza: es considerado cuando el producto no contiene excesos de tierra arcilla u otras sustancias que puedan afectar o encontrarse como: polvo fino recubriendo los agregados (Realpe,2011).

- Durabilidad: deben ser suficientemente estable en su forma por los diferentes cambios de temperatura y humedad, resistiendo a bios de temperatura y humedad, resistiendo a los diferentes agentes de la atmosfera sin descomponerse dando un lapso prudente (Realpe,2011).

Tener el mejor tamaño y forma para su mejor adherencia (Realpe,2011).

- Resistencia: los áridos deben contar con una resistencia de modo que sea capaz de desarrollar toda su capacidad de esfuerzos (Realpe,2011).

### 2.4. GRANULOMETRIA

Granulométricamente es considerado como agregado fino el material que pasa por el tamiz #4 comprendido entre 0.15 y 5 mm (Realpe,2011).

La arena de rio salvo excepciones contiene cuar



zo, y es considerado la mejor por su resistencia y durabilidad, seguido de las diferentes arenas de minas las cuales suelen tener arcilla en exceso por lo general es recomendable limpiarla para mejor la calidad del agregado. Las arenas de machaqueo provienen del proceso conocido como trituración de granitos basaltos andesitas y rocas análoga, siempre y cuando las rocas estén sanas y no den un principio de descomposición (Realpe,2011).

En los agregados finos tenemos los polvos, ya sean naturales o artificiales son considerados materiales con características similares a las arenas, pero con menor granulaje, dentro de las diferentes condiciones que deben reunir una buena arena tenemos los siguientes :

- Limpia de material terrero y orgánica(Realpe,2011).
- Es necesario que el tamaño no tenga un grueso o uniforme para poder evitar los huecos, disminuyendo el índice de vacíos (Realpe,2011).
- Las arenas de angulares son preferibles ya que tiene la característica de asentarse mejor, aunque se debe tener en consideración que las angulosas presentan más orificios que las redondas (Realpe,2011).

## 2.5. GRANULOMETRIA

La granulometría se le conoce a la distribución de partículas de un árido por su tamaño, se expresa generalmente indicando su tamaño, reteniendo en los diferentes tamices de diferentes series determinadas. El módulo de finura es el índice de grado de los áridos cabe recalcar que no es sede de la granulometría ya que un número infinito de los diferentes tamizados se obtiene el valor del módulo de finura, dando una idea de una medida relativa de finura y grosor del material. Según la norma INEN 872 el árido fino debe tener un módulo de control comprendido entre 2.3 y 3.1.(Realpe ,2011).

## 2.6. PESO UNITARIO

Se define como peso unitario a la masa unitaria de los agregados por unidad de volumen se entiende a la relación existente entre la masa del árido y el volumen que este ocupada al momento de ser utilizado, el volumen que ocupara el material dependerá de la forma y grado de compactación y el porcentaje de humedad del agregado , por ende se tendrán diferentes valores de peso para un mismo material . (Realpe ,2011).

En las características principales dependerá de los diferentes factores, siendo el más importan

te la humedad que contiene el material, al momento de la dosificación, dependiendo el grado de humedad el agregado puede sufrir cambios en el volumen, este es más notorio cuando es más fina, por ende, no se puede establecer un peso constante sino variable. (Realpe ,2011).

## 2.7. ABSORCION Y HUMEDAD

Se conoce absorción al porcentaje de agua que un árido puede asimilar para llegar a un estado de saturado con superficie seca, esta variable depende de la porosidad y la estructura que cada árido tiene. La humedad es considerada la diferencia de masa natural y masa seca de un agregado que se expresa como un porcentaje. Estos parámetros se tratan simultáneamente, ya que depende de la cantidad de agua que deberá ser adicionada a la mezcla del hormigón, si la humedad es menor que la absorción se deberá añadir agua al árido para poder saturarlo con superficie seca, sino el árido estará aportando agua. (Realpe ,2011).

El método para determinar la absorción no es aplicable en esta investigación ya que el material utilizado es polvo de piedra por lo que se utiliza un método alternativo. (Realpe ,2011).

## 2.8. AGREGADO GRUESO

Es considerado grava natural o piedra triturada, la diferencia de tamaño de estas dos varia de 75 a 4.75 mm. Podemos decir que la regla general con la grava de machaqueo se puede obtener mezclas más resistentes a la abrasión y a la tracción que son los áridos rodados. Para obtener la calidad del agregado grueso, se lo realiza mediante ensayos de laboratorio. (Realpe ,2011).

## 2.9. GRANULOMETRIA

Es uno de los parámetros más importantes para tener una buena mezcla, con una buena granulometría del agregado se puede obtener un adecuado acomodo de partículas durante el proceso de vibración de la mezcla, por lo tanto, un hormigón con menos pasta cementante da uno más económico. No existe normas específicas de granulometrías para la fabricación. (Realpe ,2011)

## 2.10. PESO UNITARIO

La masa unitaria como lo explicábamos no es constante, ya que depende de ciertas características con un porcentaje de humedad. En el agregado grueso no existe un incidencia por parte del porcentaje de humedad, es considerado como si no existiera un algo grado de variabilidad en volumen por tratarse de partículas

muy grandes y pesadas. No existe una norma INEN que sustente el peso unitario ya que no es considerado parámetro de calidad. (Realpe ,2011).

Las características que deben tener los agregados para la elaboración del bloque deben cumplir según la norma INEN 872 y pasar por un tamiz de abertura de 10 mm. (Realpe ,2011).

### 2.11. CEMENTO

Los cementos son determinados como conglomerantes hidráulicos que contienen la propiedad de amasar con el agua y se endurecen sumergidos en líquido, son completamente estables en el contacto. Se define como cemento portland al producto artificial resultante de la mezcla rigurosamente homogéneas de calizas y arcilla u otros materiales dando como resultado el Clinker. (Realpe ,2011).

Según la norma INEN 152 el cemento que será utilizado en esta investigación será el Portland tipo I tipo de uso general. este es considerado el producto de la molienda del Clinker y materiales activos. considerados materiales activos al silicato aluminoso puzolanas tanto de origen volcánico y artificiales. El material no debe exceder de un 20% en masa. Este cemento Tipo IE no posee características hidráulicas, tien

e diferentes elementos químicos que son: alúmina, óxido de hierro, óxido de magnesio. (Realpe ,2011).

### 2.12. CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS DEL CEMENTO

Las características más importantes que el cemento posee son:

- Consistencia normal. es considerada como la cantidad de agua necesaria para una buena hidratación, hasta llegar al estado plástico, nos ayuda para obtener tiempos de fraguado inicial y final. (Realpe ,2011).
- Fraguado. se entiende al proceso químico de la pasta de cemento pasando a un estado plástico a sólido debido a las reacciones durante la mezcla, tiene una variación de temperatura, el fraguado inicial se entiende al tiempo en el que se efectúan dependiendo los aumentos de temperatura. El final corresponde al tiempo que alcanza su máximo grado, dando la ventaja de proceder al curado evitando un debilitamiento. (Realpe ,2011).
- Densidad Relativa. es cuando se desea obtener dosificaciones del peso por métodos basados en volumen absoluto de sus componentes. Está ubicada entre 3.12 y 3.25. según la norma

INEN 1548 no existe una especificación sobre la gravedad de este tipo de cemento. (Realpe ,2011).

- Mortero es la calidad de un cemento se observa por las resistencias ya que tiene la posibilidad de desarrollarse una vez fraguado y endurecido, gracias a la cohesión de los granos de cemento y la adherencia de los diferentes agregados. (Realpe ,2011).

La calidad de agua es necesaria para una función en esta participa las reacciones de hidratación de cemento, para el amasado se utilizan las aguas sancionadas como aceptables por la práctica, se aceptan el agua potable, pero toca tomar en cuenta que deben rechazarse toda agua que cuyo pH sea inferior a 5, así como aquellas que tienen sulfatos. (Realpe ,2011).

### **2.13. AGUA DE MEZCLA**

La calidad de agua es necesaria para una función en esta participa las reacciones de hidratación de cemento, para el amasado se utilizan las aguas sancionadas como aceptables por la práctica, se aceptan el agua potable, pero toca tomar en cuenta que deben rechazarse toda agua que cuyo pH sea inferior a 5, así como aquellas que tienen sulfatos. (Realpe ,2011) .

### **2.14. HISTORIA DEL BLOQUE**

De acuerdo con la historia el primer bloque de concreto fue elaborado por Harmon Sylvanus en Estados Unidos, luego de 10 tipos de experimentación para el año de 1905, las empresas estaban elaborando este material. Es uno de los prefabricados más utilizados como material constructivo, cuenta con una mezcla de materias primas como son: arena, grava, agua y cemento, siendo considerado como un elemento pesado y costoso, por lo cual tiene cargas fuertes y hacen que las diferentes estructuras sean reforzadas por la demanda que esta contiene, es decir entre más pesado, el refuerzo se incrementa y los costos son más elevados.

El bloque es un componente estructural puede ser macizo o hueco. Se denomina un prisma recto con varias perforaciones. se utiliza para los diferentes tipos de mamposterías consta de una serie de medidas, este tipo de prefabricado actúa por fuerzas importantes. La densidad es el peso por volumen, que contiene los diferentes componentes ya sea cemento o agregados, varían según las diferentes propiedades que contiene el concreto. (Romea, 2014).

### **2.15. TÉRMINOS Y DEFINICIONES**

Según la norma INEN 3066 nos dice que es ne

cesario comprender las siguientes definiciones que el bloque tiene que son:

- Bloque de hormigón. se entiende a la pieza elaborada con cemento, agua, áridos gruesos y finos. (Ortega,2016).
- Dimensión modular. es el largo, ancho y altura de los prefabricados, dando como resultado la suma de toda su dimensión más el ancho de la junta. (Ortega,2016).
- Dimensión nominal. se entiende al largo, ancho y altura luego de su proceso de prefabricación. (Ortega,2016).
- Junta. Es considerado el espacio que queda entre cada bloque contiguos, suelen rellenarse con diferentes tipos de material aglutinantes. (Ortega,2016).
- Superficie Bruta. es el resultado de la multiplicación de largo por ancho dando la superficie plana de carga. (Ortega,2016).
- Superficie neta. Se considera el resultado de la división del  $V_o$  neto por su altura. (Ortega,2016).
- Volumen total. Se entiende al resultado de

multiplicar toda la superficie bruta por la altura. (Ortega,2016).

## 2.16. CLASIFICACION DE LOS BLOQUES

Estos tienen dos tipos de clasificaciones que son: uso y densidad. (Ortega,2016).

Tabla 2. Uso del Bloque de Hormigón

CLASE	USO
<b>A</b>	Mampostería estructural
<b>B</b>	Mampostería no estructural
<b>C</b>	Alivianamientos en losas

Fuente.(Norma Técnica Ecuatoriana INEN 3066,2016)

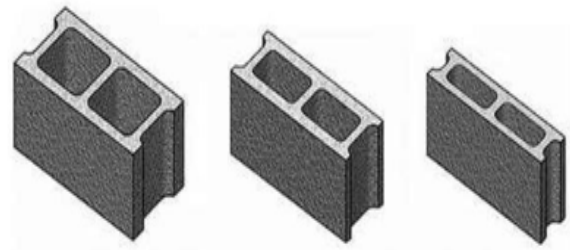


Gráfico 1. Bloques de hormigón y sus diferentes medidas

Fuente. (Norma Técnica Ecuatoriana ,2016).

Tabla 3. Densidad del Bloque de Hormigón

TIPO	DENSIDAD DEL HORMIGON (Kg/m3)
Livingo	<1 680
Mediano	1 680 a 2000
Normal	>2 000

Fuente. (Norma Técnica Ecuatoriana INEN 3066,2016)

Al momento de su entrega el prefabricado debe cumplir con un estándar de resistencias mínima según su clasificación a compresión simple. (Ortega,2016).

Tabla 4. Resistencia neta mínima a la compresión en bloques de hormigón, clase a elaborar B

DESCRIPCION	RESISTENCIA NETA MINIMA A LA COMPRESION SIMPLE (Mpa)		
	CLASE A	CLASE B	CLASE C
Promedio de 3 Bloques	13.8	4.0	1.7
Por Bloque	12.4	3.5	1.4
1 Mpa= 10.2 kg/cm2			

Fuente. (Norma Técnicas Ecuatoriana INEN 3066,2016).

Es necesarios hacer ensayos para la verificación de los componentes de compresión y absorción para eso necesita una serie de pasos a comple-

tar como son:

## 2.17. ABSORCION PREPARACION, PRESERVACION DE LA MUESTRA Y UNIDADES ENSAYADAS.

Las muestras deben ser compuestas por 3 unidades, cuando las unidades enteras sobrepasan la capacidad de los diferentes equipos del laboratorio, se debe optar por ensayos con unidades cortadas por sección. Cabe rescatar que las características de las diferentes unidades a ensayar no permiten unidades por sección, se opta por fracciones. Toda unidad ya sea fraccionada o en sección equivale a compuestos enteros. (Ortega,2016).

## 2.18. SATURACION

La saturación es uno de los procedimientos necesarios para cumplir con los requisitos es necesario sumergir en agua entre 16 °C y 27 °C por el tiempo de 24 h se deben sacarlas y se dejan que escurran durante 60 s, encima de una malla metálica, este procedimiento toca repetir hasta que la masa sea inferior al 0,2%. (Ortega,2016).

## 2.19. SECADO

Uno de los procedimientos que complementas

estos ensayos como importantes el secado es un proceso de secarlo dentro de un horno ventilado 100 °C y 115 °C se debe pesar las unidades cada 24 hasta que la diferencia de la masa sea de forma consecutiva y sea inferior al 0,2 %. (Ortega,2016).

## **2.20. COMPRESION PREPARACION, PRESERVACION DE LA MUESTRA Y UNIDADES ENSAYADAS.**

Las unidades que se ensayas son tres cuando las unidades enteras no pueden ser ensayadas, es necesario reducirlas a un tamaño de la unidad, una vez hecho la entrega al laboratorio se almacena las unidades para ensayos a compresión uno seguido del otro, a una temperatura considerada de 24° C +- 8° C y a una humedad considerada inferior al 80% por un lapso de 48 h. Las unidades que están hechas por secciones no se puede obtener un área neta. (Ortega,2016).

El cálculo de los volúmenes netos de las diferentes unidades en sección no debe interferir en el cálculo del espesor equivalente. (Ortega,2016).

## **2.21. POSICION DE LAS UNIDADES**

Estas unidades que se van a ensayar con el cen-

troide de sus superficies de carga, que están completamente alineadas con un centro de aplicación de carga del elemento de acero que contiene un soporte esférico de la máquina de ensayo. (Ortega,2016).

Las unidades consideradas simétricas con respecto a un eje se determinan por un eje geométricamente, dividiendo por la mitad de una dimensión perpendicular al eje considerando el mismo plano. las que no son considerados simétricamente al eje se puede analizar en el centroide balanceando por unas diferentes unidades sobre una varilla. Esta debe ser completamente recta, con un diámetro de 6.4mm, pero no < a 19.1mm siendo así una longitud que sobresalga de cada esquina de la unidad que este colocado encima de esta.

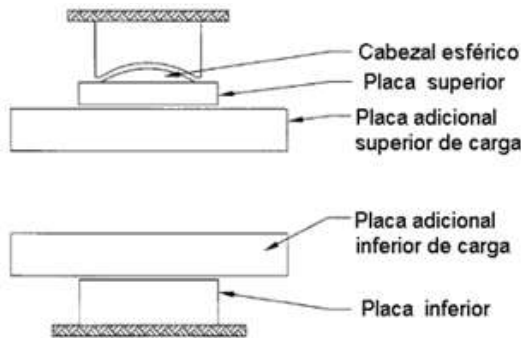
La varilla debe tener ciertas especificaciones para ser colocado como es en una superficie lisa, plana y nivelada. Cuando se determina el eje del centroide, se tiene que marcar en la unidad del borde, utilizando herramientas como lápiz o marcador, con un ancho no mayor de 1.3 mm. (Ortega,2016).

## **2.22. MAQUINAS DE ENSAYOS**

Las maquinas más conocido es como prensa Hidráulica para realizar este proceso debe tener

una exactitud de  $\pm 1.0\%$ . la placa que va superior de transferencia de carga debe siempre estar apoyada sobre una esfera y debe estar unida firmemente al cabezal superior de la maquina a emplearse. la parte céntrica de la esfera debe coincidir con la superficie que se apoye sobre el asiento esférico, pero con la facilidad de girar en cualquier dirección, el perímetro debe ser considerado con una holgura de al menos 6.3mm considerando desde el cabezal con la finalidad de poder acomodar las diferentes unidades consideradas no paralelas. (Ortega,2016).

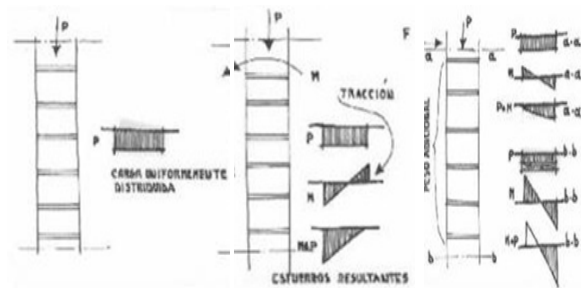
Gráfico 2. Equipo Utilizado En el Ensayo de Compresión



Fuente. (Norma Técnica Ecuatoriana ,2016)

Es necesario entender como la mampostería reforzada se maneja y cómo actúan en las diferentes fuerzas o cargas que esta posee, sin olvidarnos de la estructura del prefabricado y ciertas terminologías que es necesario entender para tener un conocimiento amplio (Naranjo, 2009).

Gráfico 3. Cargas Fuerzas Interiores de muro de mampostería bloques de hormigón



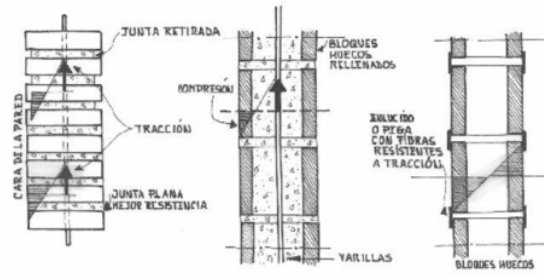
Fuente. (Naranjo, 2009).

La mampostería armada debe únicamente trabajar en tensión. Dado que los diferentes refuerzos consisten en columnas macizas, pero debe tomarse en cuenta que no solo aumenta la cimentación de construcción para obtener una mejor estabilidad, sino que también aumenta significativamente el peso del edificio, sin mencionar el costo involucrado que comienza a obtener. La imagen a continuación



proporciona algunas pautas a tener en cuenta. En el muro reforzado los diferentes esfuerzos se producen en la parte frontal de la pared. (Naranjo, 2009).

Fuente. (Norma Técnica Ecuatoriana ,2016).



Fuente. (Naranjo, 2009).

## 2.23.LAS FIBRAS VEGETALES

La industria de la construcción cada vez se va desarrollando de manera satisfactoria con la ayuda de las diferentes tecnológica e innovaciones, actualmente existen varias investigaciones con concreto reforzado con fibras naturales y sintéticas. (Albinante et al., 2016)

Las fibras han sido utilizadas desde las antiguas civilizaciones como es el caso de Egipto donde se las empleaban con barro y paja para obtener un adobe pesado, con el objetivo de construir sus diferentes viviendas, el

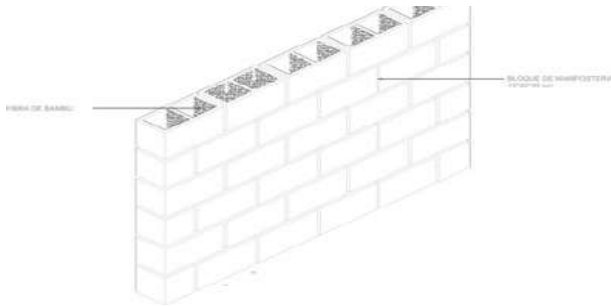
bambú y el yute fueron utilizadas por otras civilizaciones donde su resultado fue excelente gracias a su módulo de elasticidad. Sus fibras largas hacen que mejoren la calidad del material al secarse en el sol. (Jiménez, 2020).

La fibra es el elemento que nos permite un soporte de carga, reduce la propagación de las diferentes matrices, es considerado como un componente de aliviana miento. Su propiedad varía dependiendo de su forma y contenido, Se caracteriza mecánicamente por su ductilidad lo que nos ayuda a un retraso de un posible pandeo o colapso. (Naranjo, 2009).

Los hilos o fibras contienen diferentes sustancias conformadas por moléculas, todo depende de donde es extraída ya sea de las hojas o en este caso tallo. Al elaborar un prefabricado con este tipo de compuesto, se considera longitud y diámetro, para la mezcla con las matrices de cemento (Romea, 2014).

El comportamiento principal que se necesita es la tensión, todo variara según las cantidades al ensayar para una mejor verificación de dosificación. (Romea, 2014).

Gráfico 5. Detalle de Pared de Bloque de hormigón con fibras



Fuente. Elaboración propia

## 2.24. CENBA FABRICA DE BAMBU

La fibra por utilizar nace del rechazo de la fábrica actualmente conocida como CENBA antiguamente como CENMA esta fábrica se dedica a la elaboración de tableros, la ideología de ellos nace desde que se dan cuenta que la madera está escaseando por falta de reforestación, pero existe otro material con mejores características que la manera como es el bambú (Macias,2010).

Para obtener esta fibra se necesita de una serie de pasos con la finalidad de lograr el rechazo. El bambú es considerado un tallo de 2.40 de largo X 1.60 de espesor con un diámetro de 12 mm es necesario esas medidas para la buena manipulación del material, como bien sabemos estos tallos contienen mucha agua por lo cual es necesario tenerles completamente seco, se le hace un orificio en el centro con una varilla

de diámetro 12, para poderle extraer toda esa agua con la finalidad de aliviar (Macias,2010).

El proceso del Bambú pasa por 7 procesos industriales con la finalidad de tener un tallo listo para su venta (Macias,2010).

- La primera máquina denominada depuradora donde clasifica los diámetros y espesores para obtener lista (Macias,2010).
- La Piladora es considerado una máquina para desarmar el bambú por latillas (laminas) sin afectar su moldura (Macias,2010).
- La doble cierra es la que nos ayuda a las diferentes latillas darle una forma más plana obteniendo rechazo #1 (Macias,2010).
- La máquina de doble cara es considerada la cepilladora dándole una textura uniforme obteniendo rechazo #2 (Macias,2010).
- El proceso de curado es de 24 horas en Ácido Bórico para prevenir la humedad a su 100% (Macias,2010).
- Las cámaras de secado son para 24 mil latillas se les tiene por 15 días x 24 Horas dependiendo la cantidad de días que mantuvo en su proceso

de curado. Estas cámaras nos ayudan a que obtenga un 12% de humedad (Macias,2010).

- La máquina de 4 caras contiene cuchillas Helicoidal que nos ayuda a perfilar las latillas obteniendo rechazo #3 considerado el aserrín estopa y el indicado para su proceso de mezcla con matrices de cementicos (Macias,2010).

Para obtener un resultado más técnico se necesita de un método que ha ido evolucionando según el pasar los años.

## 2.25. METODO DE SUPERFICIE DE RESPUESTA

Sabemos que existen experimentos que necesitan de respuestas es ahí cuando la metodología de superficie de respuesta (MSR) actúa con el fin de experimentar de una manera más técnica obtenido un resultado más eficaz este tipo de método nos ayuda a direccionar los puntos a tomar .MSR es una de las estrategias más utilizadas los ultimo 20 años revolviendo problemas con valoraciones optimas dándonos una guía para obtener un producto de calidad obteniendo resultados dentro o fuera de un rango experimental dando limitaciones. (Pulido, 2008).

MSR nos ayuda desde un punto óptimo a través de diferentes curvas de nivel o isolíneas ver co

mo se comporta las diferentes variables dándonos desde un punto céntrico diferentes numeraciones dando las mejores combinaciones al experimentador en forma secuencial los diferentes elementos que contiene este método son: diseño, modelo y optimación.

Es necesario entender el efecto de los factores de interés, la importancia de adoptar esto y no tener otros factores nos ayude a que no de una falsa respuesta o nulifiquen los resultados al momento de hacer una comparación dándonos un error a las conclusiones. es necesario entender cuál es la importancia del factor operador.

## 2.26. CASOS DE ESTUDIO

La revista de ciencia nos cuenta sobre el desastre Natural ocurrido en Ecuador en Manta en el año 2016, llevo a La Universidad de las fuerzas Armadas (ESPE) a realizar un análisis de comportamiento de la mampostería pesada y liviana y como este afecto en las edificaciones de la costa ecuatoriana. Los parámetros que analizaron son cómo influye la densidad del bloque en las estructuras y que fue lo que ocasiono a ese colapso en una de las edificaciones de la ULEAM. (Aguiar, 2016).

En el análisis de este comportamiento los daños que registrados en su mayor porcentaje es

en la mampostería del subsuelo donde alcanzaron un resultado de análisis de fuerzas longitudinales y transversales.

Tabla 5. Análisis de paredes pesada y rígidas, respuestas probables.

Piso	Análisis Sentido Longitudinal				Análisis Sentido Transversal			
	1	2	3	4	1	2	3	4
$q_{INE}$ (cm)	6.95	3.06	4.68	5.22	1.87	3.77	6.86	8.58
$\gamma$ (%)	2.4825	-1.3885	0.4621	0.1536	0.6680	0.6770	0.8848	0.4909

Fuente. (Aguiar, 2016).

Tabla 6. Análisis de paredes livianas y flexibles, respuestas probables.

Piso	Análisis Sentido Longitudinal				Análisis Sentido Transversal			
	1	2	3	4	1	2	3	4
$q_{INE}$ (cm)	6.18	2.35	3.43	3.69	1.80	4.24	7.83	9.95
$\gamma$ (%)	2.2056	-1.3657	0.3094	0.0742	0.6444	0.8699	1.0268	0.6044

Fuente. (Aguiar, 2016).

Donde lograron entender que los porcentajes varían y nos damos cuenta que una estructura con mampostería liviana que cumpla con la misma función y resistencia nos ayuda a que la edificación sea más flexible en un sismo. A través de este análisis nos ayuda a comprender que un bloque liviano nos ayuda a mejorar la edificación. (Aguar, 2016).

Hoy en día por los diferentes parámetros de sostenibilidad, han realizado varias investigaciones donde dan como opción a la fibra vegetal como un componente beneficioso. Donde han hecho varias comparaciones que nos ayuda a entender cómo funciona y cómo reacciona la fibra con la mezcla. Teniendo varios comentarios a este nuevo sistema, donde nos da un preámbulo de conocimiento. (Aguar, 2016).

En el 2019 han realizado una tesis sobre el Estudio mecánico del concreto con fibras de guadua (Arrias et al., 2019) donde nos exponen, según la norma colombiana (Técnica, 2007) ASTM C1116-89 considera que las fibras son consideradas como hilos o filamentos delgados que pueden ser mezclados con concreto fresco. Donde explica que al momento que la mezcla comienza a endurecer, se proporcionan diferentes fisuras al momento de someter a la fibra, son cerradas obteniendo como una prevención de futuras fisuras. (Arrias et al., 2019).

Donde determino que la resistencia que obtiene en el concreto con fibras vegetales de guadua tendría al ser utilizado a un 50% no presenta mejoría, sino tiene una disminución de resistencia por su falta de adherencia que manifiesta al momento de ser mezclada en un curado de 28 días, donde nos manifiesta que para tener una mejor resistencia debe ser considerada 82 gramos de fibra natural. (Arrias et al., 2019).

Tabla 7. Resistencia de concreto con fibras de Guadua.



Fuente. (Arrias et al., 2019).

Reiner Rodríguez, a través de su tesis nos dice que el bambú es condicional por bajo costo y densidad, por no dejar residuos y no ser tóxico es decir no afecta a la calidad del ambiente por ser un componente biodegradable. La fibra al momento de ser mezclada su dificultad prin

principal es la durabilidad por la alta alcalinidad del cemento. Las diferentes propiedades que contiene varían desde su humedad hasta el momento de fraguado. Las fibras dan un mejor resultado con un tratamiento con Hidróxido de sodio al 10% para una mejor adherencia al concreto. (Rodríguez Hernández, 2017).

Carlos Andrés Salazar nos cuenta a través de su tesis. Que no existe una dosificación exacta para la mezcla del concreto y las Fibras Vegetales ya que tienen su propio valor y cuenta con diferentes variables dando como resultado un proceso alterado. Por lo cual que la dosificación dependerá de las diferentes necesidades. (Salazar, 2015).

Donde llegan a la conclusión para tener una buena propiedad mecánica se necesita de la fibra de bambú con 10mm de ancho para poder tener un ensayo positivo lo cual nos da una opción de dosificación de una mezcla (2:1:1/2) que quiere decir dos de arena, una de cemento y media de fibra. Como resultado a una mejor resistencia a la compresión y flexión. (Salazar, 2015).

Tabla 8. Factores que afectan a las diferentes propiedades de concretos con las fibras

Factores	Variables
Tipo de fibra	Coco, sisal, maguey, caña de azúcar, bambú, yute, madera.
Geometría de la fibra	Longitud, diámetro, sección transversal, anillos y puntas.
Conformación de la fibra	Monofilamento, multifilamentos, rizado y nudos simples
Condiciones superficiales	Hongos, presencia de recubrimientos

Fuente. (Salazar, 2015).

## CUADRO DE SINTESIS CASOS DE ESTUDIO

Autor	Conocimiento Adquirido	Ciudad
<b>Roberto Aguiar</b>	La mampostería liviana que tenga la misma resistencia y que sea flexible nos ayuda a las edificaciones en un sismo.	<b>Manta</b>
<b>J.Arrias</b>	La fibra ayuda a sellar las diferentes fisuras que se vayan proporcionando al momento de la mezcla.	<b>Bogotá</b>
<b>Reiner Rodríguez</b>	Las fibras tienen una mejor adherencia al concreto tratándolas con hidróxido de sodio al 10%.	<b>Santa Clara</b>
<b>Carlos Salazar</b>	La posible dosificación para una buena mezcla con concreto es de (2:1:1/2)	<b>Quito</b>

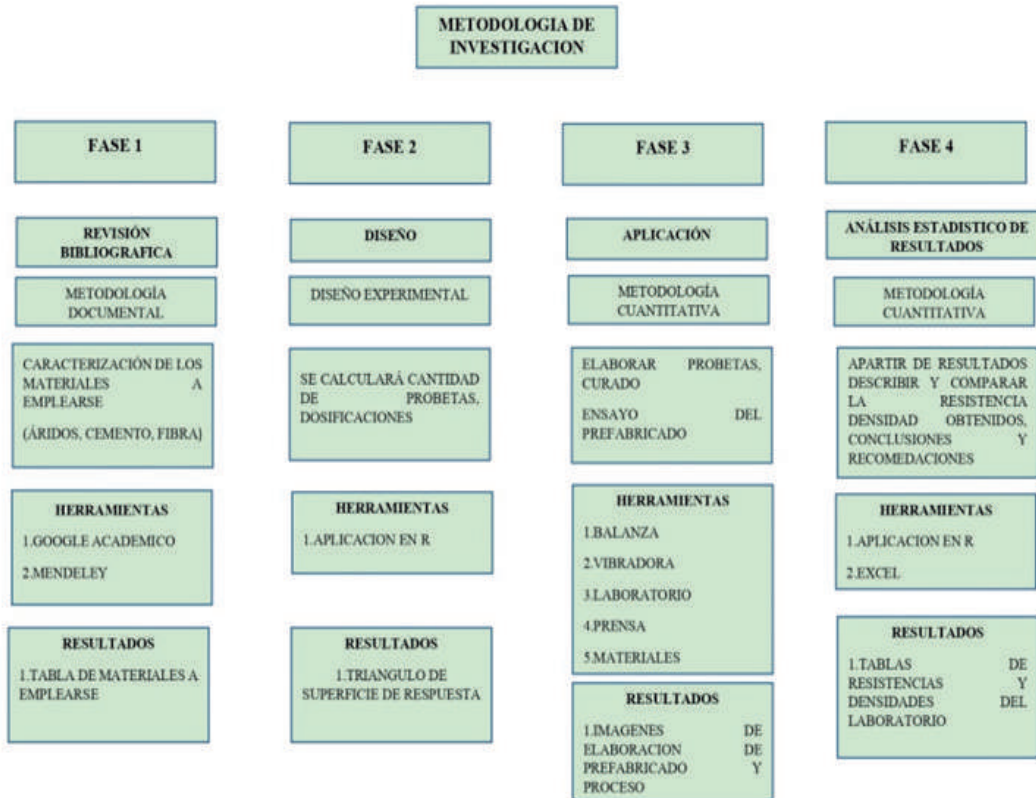
Cuadro 1. Cuadro de síntesis de referentes

Fuente. Elaboración propia

ETAPA 3  
**DIFUSIÓN DE RESULTADOS**



## 4. MATERIALES Y MÉTODOS



Cuadro 2. Cuadro de Metodología  
Fuente. Elaboración Propia

El propósito de la investigación mixta es lograr obtener tras toda una investigación la elaboración de un prefabricado con inclusión de fibras Vegetales que nos ayudara a entender todo el proceso y como varían sus resistencias y su densidad obteniendo como resultados diferentes imágenes, tablas que nos ayudara a llegar a una conclusión seguido de una recomendación. Este trabajo tiene 4 fases que son: Investigación Documental, Diseño Experimental y Metodología Cuantitativa (Sampiere,2017).

El enfoque de la primera fase se considera investigación documental con el objetivo de entender o relacionar teorías ya sean por fuentes secundarias o primarias y poder sintetizar y sistematizar toda la información encontrada, para lograr caracterizar los áridos que predominan en el territorio DMQ. Utilizando herramientas como mendeley, tesis e investigaciones teniendo como resultado una tabla con los materiales que se van a utilizar (Pulido, 2008).

La segunda fase se considera diseño experimental ayudándonos a calcular la cantidad de ensayos a elaborar, las diferentes dosificaciones a emplearse dando a conocer de una manera más técnica que ventajas y desventajas vamos a obtener utilizando herramientas como la programación o aplicación en 'R' teniendo como resultado el triángulo de superficie de re-

spuesta (Pulido, 2008).

La tercera fase se considera metodología cuantitativa, en esta fase se elaborará probetas realizando su proceso de curado para así tener un experimento solido para realizar sus en sayos de absorción y comprensión, utilizando herramientas de apoyo como son: balanzas, vibradoras, laboratorios, prensa y como principal los diferentes materiales agregarse como resultado obtendremos imágenes del proceso de elaboración del prefabricado (Pulido, 2008).

El buen manejo de los diferentes tipos de metodología llega a una conclusión cuantitativa que, a través de datos, tablas, números podemos dar los resultados finales de nuestra investigación llegamos a un buen análisis estadístico de resultados dándonos la posibilidad de tabular los valores de las diferentes variables teniendo herramientas de apoyo como Excel "R" (Pulido, 2008).

## 4.1 RESULTADOS

FASE 1. CARACTERIZACION DE LOS MATERIALES.

Tabla 9. Materiales para emplearse áridos pre-fabricado de hormigón

CANTIDAD	DETALLE
1	Polvo de Piedra Azul
1	Cemento
1	agua
1	Agregado grueso 3/4
6	Fibra de Bambú

Fuente. Elaboración propia

Fase 2. Diseño De Experimento El (Msr) Nos Ayudó A Calcular Las Diferentes Dosificaciones Al Realizarse Poniendo Tres Variables De Materiales.

Gráfico 12. Triangulo de Superficie de Respuesta con punto específico  
Fuente: Elaboración propia.

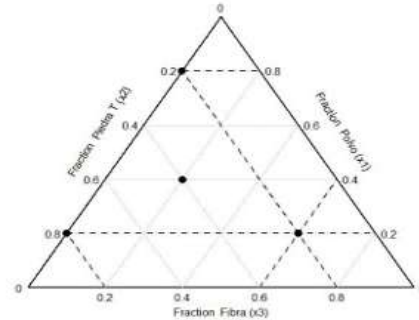


Gráfico 13. Triangulo de Superficie de Respuesta con puntos en las diferentes variables  
Fuente: Elaboración propia.

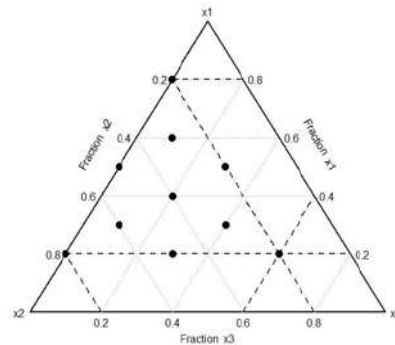


Tabla 10. Variables con dosificaciones

<b>DOSIFICACION</b>	<b>Polvo de Piedra</b>	<b>Chispa</b>	<b>Fibra bambú</b>
1	0,2	0,2	0,6
2	0,5	0,2	0,3
3	0,6	0,3	0,1
4	0,8	0,2	0
5	0,3	0,6	0,1
6	0,3	0,3	0,4
7	0,2	0,8	0
8	0,2	0,5	0,3
9	0,4	0,4	0,2
10	0,5	0,5	0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11. Variables con dosificaciones en carretillas cálculo de bambú por cada dosificación

<b>DOSIFICACION</b>	<b>CEMENTO (SACOS)</b>	<b>CARRETILLAS</b>		
		<b>POLVO DE PIEDRA</b>	<b>CHISPA</b>	<b>FIBRA DE BAMBU</b>
1	0,5	0,35	0,35	1,05
2	0,5	0,88	0,35	0,53
3	0,5	1,05	0,53	0,18
4	0,5	1,40	0,35	0,00
5	0,5	0,53	1,05	0,18
6	0,5	0,53	0,53	0,70
7	0,5	0,35	1,40	0,00
8	0,5	0,35	0,88	0,53
9	0,5	0,70	0,70	0,35
10	0,5	0,88	0,88	0,00
				<b>3,50</b>

Fuente: Elaboración propia

FASE 3. APLICACIÓN ELABORACIÓN DEL PREFABRICADO CON LAS DOSIFICACIONES.



Gráfico 5. Material polvo azul extraído de la cantera FUCUSUCU San Antonio de Pichincha



Gráfico 6. Material Chispa extraído de la cantera terrazas de MANDIGO San Antonio de Pichincha



Gráfico 7. Material Cemento tipo I Chimborazo  
Fuente: Elaboración propia



Gráfico 8. Fabrica donde se extrae la fibra CENBA cantón Pedro Vicente M.  
Fuente: Elaboración propia



Gráfico 9. Material rechazo de Aserrín Estopa de Bambú traído de Pedro Vicente M.  
Fuente: Elaboración propia



Gráfico 10. Mezcla del Material agregados Polvo, Chispa, Cemento Fabrica Concrete Block.  
Fuente: Elaboración propia



Gráfico 11. Banda Transportadora de material para su proceso de prensado Fabrica Concrete Block.

Fuente: Elaboración propia

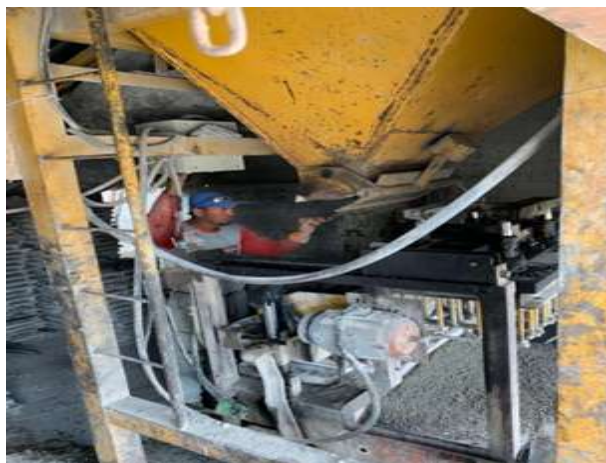


Gráfico 12. Silo para poner la mezcla para el proceso de elaboración del bloque Fabrica Concrete Block.

Fuente: Elaboración propia





Gráfico 12. Vibro Prensadora con el material por un minuto la elaboración del bloque Fabrica Concrete Block.

Fuente: Elaboración propia



Gráfico 12. Salida del Bloque prensado Fabrica Concrete Block.

Fuente: Elaboración propia



Gráfico 12. Producto Final Bloque con Fibras de Bambú Fabrica Concrete Block.  
Fuente: Elaboración propia



Gráfico 13. Producto Final Bloque con Fibras de Bambú y sus dosificaciones Fabrica Concrete Block.  
Fuente: Elaboración propia

## RESULTADOS

## 5. RESULTADOS

En esta etapa analizaremos los resultados que se obtuvieron a través del ensayo de compresión donde los datos más relevantes que obtendremos será, Identificación o nombre de la muestra, edad de maduración del prefabricado, la densidad promedio en ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ) , resistencia neta promedio en (Mpa) , resistencia bruta promedio en ( Mpa) , la absorción promedio ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ) y la absorción en porcentaje estos datos son los mas relevantes e importantes para una buena prefabricación .

Tabla 12. Tabla de Ensayos Dosificación(0.5:0.35:0.35:1.05)

<b>PROBETA N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>IDENTIFICACION</b>	<b>MI</b>		
FECHA DE FABRICACION	9/12/2022	9/12/2022	9/12/2022
FECHA DE ENSAYO	9/1/2023	9/1/2023	9/1/2023
<b>EDAD (DIAS)</b>	<b>31</b>	<b>31</b>	<b>31</b>
ANCHO PROMEDIO (mm)	150	150	150
ALTURA PROMEDIO (mm)	200	200	200
LONGITUD PROMEDIO (mm)	401	400	401
ESPEJOR PROMEDIO DE CARA (mm)	21	22	22
ESPEJOR PROMEDIO DE TABIQUE (mm)	24	24	23
PESO SATURADO CON SUPERFICIE SECA (kg)	11,29	11,22	11,18
PESO SUMERGIDO (kg)	5,14	4,98	5
PESO SECO (kg)	10,05	9,53	9,66
DENSIDAD (kg/m3)	1634	1527	1561
<b>DENSIDAD PROMEDIO (kg/m3)</b>	<b>1574</b>		
VOLUMEN NETO (mm3)	6151000	6241000	6188000
AREA NETO (mm2)	30755	31205	30940
AREA BRUTA (mm2)	60075	60000	60075
PORCENTAJE SOLIDO (%)	51,2	52	51,5
CARGA (N)	124618	123840	123281
RESISTENCIA DEL AREA NETA (Mpa)	4,05	3,97	3,98
<b>RESISTENCIA NETA PROMEDIO (Mpa)</b>	<b>4</b>		
RESISTENCIA DEL AREA BRUTA (Mpa)	2,07	2,06	2,05
<b>RESISTENCIA BRUTA PROMEDIO (Mpa)</b>	<b>2,1</b>		
ABSORCION (kg/m3)	202	271	247
<b>ABSORCION PROMEDIO (kg/m3)</b>	<b>240</b>		
ABSORCION (%)	12	18	16
<b>ABSORCION PROMEDIO (%)</b>	<b>15</b>		

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 13. Tabla de Ensayos Dosificación 2 (0.5:0.88:0.35:0.53)

<b>PROBETA N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>IDENTIFICACION</b>	<b>M2</b>		
FECHA DE FABRICACION	9/12/2022	9/12/2022	9/12/2022
FECHA DE ENSAYO	9/1/2023	9/1/2023	9/1/2023
<b>EDAD (DIAS)</b>	<b>31</b>	<b>31</b>	<b>31</b>
ANCHO PROMEDIO (mm)	150	150	150
ALTURA PROMEDIO (mm)	200	201	200
LONGITUD PROMEDIO (mm)	400	401	400
ESPEJOR PROMEDIO DE CARA (mm)	24	23	24
ESPEJOR PROMEDIO DE TABIQUE (mm)	24	24	24
PESO SATURADO CON SUPERFICIE SECA (kg)	13,93	13,52	13,64
PESO SUMERGIDO (kg)	7,03	6,84	6,89
PESO SECO (kg)	12,58	12,58	12,37
DENSIDAD (kg/m <sup>3</sup> )	1821	1884	1834
<b>DENSIDAD PROMEDIO (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1846</b>		
VOLUMEN NETO (mm <sup>3</sup> )	6906000	6680000	6744000
AREA NETO (mm <sup>2</sup> )	34188	33317	33720
AREA BRUTA (mm <sup>2</sup> )	60000	60075	60000
PORCENTAJE SOLIDO (%)	57	55,5	56,2
CARGA (N)	264593	263377	264392
RESISTENCIA DEL AREA NETA (Mpa)	7,74	7,91	7,84
<b>RESISTENCIA NETA PROMEDIO (Mpa)</b>	<b>7,8</b>		
RESISTENCIA DEL AREA BRUTA (Mpa)	4,41	4,38	4,41
<b>RESISTENCIA BRUTA PROMEDIO (Mpa)</b>	<b>4,4</b>		
ABSORCION (kg/m <sup>3</sup> )	196	140	188
<b>ABSORCION PROMEDIO (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>175</b>		
ABSORCION (%)	11	7	10
<b>ABSORCION PROMEDIO (%)</b>	<b>9</b>		

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 14. Tabla de Ensayos Dosificación 3 (0.5:1.05:0.53:0.18)

<b>PROBETA N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>IDENTIFICACION</b>	<b>M3</b>		
FECHA DE FABRICACION	9/12/2022	9/12/2022	9/12/2022
FECHA DE ENSAYO	9/1/2023	9/1/2023	9/1/2023
<b>EDAD (DIAS)</b>	<b>31</b>	<b>31</b>	<b>31</b>
ANCHO PROMEDIO (mm)	151	151	150
ALTURA PROMEDIO (mm)	200	201	200
LONGITUD PROMEDIO (mm)	402	400	400
ESPEJOR PROMEDIO DE CARA (mm)	18	23	24
ESPEJOR PROMEDIO DE TABIQUE (mm)	24	24	24
PESO SATURADO CON SUPERFICIE SECA (kg)	14,9	13,65	14,75
PESO SUMERGIDO (kg)	7,97	7,1	7,9
PESO SECO (kg)	13,78	12,49	13,64
DENSIDAD (kg/m3)	1988	1906	1992
<b>DENSIDAD PROMEDIO (kg/m3)</b>	<b>1962</b>		
VOLUMEN NETO (mm3)	6931000	6553000	6849000
AREA NETO (mm2)	34655	32683	34245
AREA BRUTA (mm2)	60426	60200	60000
PORCENTAJE SOLIDO (%)	57,4	54,3	57,1
CARGA (N)	224655	271968	229747
RESISTENCIA DEL AREA NETA (Mpa)	6,48	8,32	6,71
<b>RESISTENCIA NETA PROMEDIO (Mpa)</b>	<b>7,2</b>		
RESISTENCIA DEL AREA BRUTA (Mpa)	3,72	4,52	3,83
<b>RESISTENCIA BRUTA PROMEDIO (Mpa)</b>	<b>4</b>		
ABSORCION (kg/m3)	162	177	161
<b>ABSORCION PROMEDIO (kg/m3)</b>	<b>167</b>		
ABSORCION (%)	8	9	8
<b>ABSORCION PROMEDIO (%)</b>	<b>9</b>		

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 15. Tabla de Ensayos Dosificación 4

<b>PROBETA N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>IDENTIFICACION</b>	<b>M4</b>		
FECHA DE FABRICACION	9/12/2022	9/12/2022	9/12/2022
FECHA DE ENSAYO	9/1/2023	9/1/2023	9/1/2023
<b>EDAD (DIAS)</b>	<b>31</b>	<b>31</b>	<b>31</b>
ANCHO PROMEDIO (mm)	150	150	151
ALTURA PROMEDIO (mm)	200	200	200
LONGITUD PROMEDIO (mm)	402	401	402
ESPEJOR PROMEDIO DE CARA (mm)	23	23	23
ESPEJOR PROMEDIO DE TABIQUE (mm)	24	24	25
PESO SATURADO CON SUPERFICIE SECA (kg)	15,37	15,33	15,62
PESO SUMERGIDO (kg)	8,59	8,54	8,7
PESO SECO (kg)	14,36	14,39	14,6
DENSIDAD (kg/m <sup>3</sup> )	2115	2118	2112
<b>DENSIDAD PROMEDIO (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>2115</b>		
VOLUMEN NETO (mm <sup>3</sup> )	6789000	6792000	6914000
AREA NETO (mm <sup>2</sup> )	33945	33960	34570
AREA BRUTA (mm <sup>2</sup> )	60225	60150	60426
PORCENTAJE SOLIDO (%)	56,4	56,5	57,2
CARGA (N)	309369	321740	328375
RESISTENCIA DEL AREA NETA (Mpa)	9,11	9,47	9,5
<b>RESISTENCIA NETA PROMEDIO (Mpa)</b>	<b>9,4</b>		
RESISTENCIA DEL AREA BRUTA (Mpa)	5,14	5,35	5,43
<b>RESISTENCIA BRUTA PROMEDIO (Mpa)</b>	<b>5,3</b>		
ABSORCION (kg/m <sup>3</sup> )	150	139	147
<b>ABSORCION PROMEDIO (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>145</b>		
ABSORCION (%)	7	7	7
<b>ABSORCION PROMEDIO (%)</b>	<b>7</b>		

Fuente: Elaboración Propia



Tabla 16. Tabla de Ensayos Dosificación 5 (0.5:0.53:1.05:0.18)

<b>PROBETA N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>IDENTIFICACION</b>	<b>M5</b>		
FECHA DE FABRICACION	9/12/2022	9/12/2022	9/12/2022
FECHA DE ENSAYO	9/1/2023	9/1/2023	9/1/2023
<b>EDAD (DIAS)</b>	<b>31</b>	<b>31</b>	<b>31</b>
ANCHO PROMEDIO (mm)	150	150	150
ALTURA PROMEDIO (mm)	200	201	200
LONGITUD PROMEDIO (mm)	401	402	401
ESPESOR PROMEDIO DE CARA (mm)	23	23	24
ESPESOR PROMEDIO DE TABIQUE (mm)	24	24	23
PESO SATURADO CON SUPERFICIE SECA (kg)	14,79	15,51	14,74
PESO SUMERGIDO (kg)	7,99	8,48	8,02
PESO SECO (kg)	13,74	14,45	13,69
DENSIDAD (kg/m <sup>3</sup> )	2022	2056	2038
<b>DENSIDAD PROMEDIO (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>2039</b>		
VOLUMEN NETO (mm <sup>3</sup> )	6798000	7028000	6716000
AREA NETO (mm <sup>2</sup> )	33990	35052	33580
AREA BRUTA (mm <sup>2</sup> )	60150	60225	60075
PORCENTAJE SOLIDO (%)	56,5	58,2	55,9
CARGA (N)	268129	284028	271601
RESISTENCIA DEL AREA NETA (Mpa)	7,89	8,1	8,09
<b>RESISTENCIA NETA PROMEDIO (Mpa)</b>	<b>8</b>		
RESISTENCIA DEL AREA BRUTA (Mpa)	4,46	4,72	4,52
<b>RESISTENCIA BRUTA PROMEDIO (Mpa)</b>	<b>4,6</b>		
ABSORCION (kg/m <sup>3</sup> )	154	150	156
<b>ABSORCION PROMEDIO (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>153</b>		
ABSORCION (%)	8	7	8
<b>ABSORCION PROMEDIO (%)</b>	<b>8</b>		

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 17. Tabla de Ensayos Dosificación 6 (0.5:0.53:0.53:0.70)

<b>PROBETA N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>IDENTIFICACION</b>	<b>M6</b>		
FECHA DE FABRICACION	9/12/2022	9/12/2022	9/12/2022
FECHA DE ENSAYO	9/1/2023	9/1/2023	9/1/2023
<b>EDAD (DIAS)</b>	<b>31</b>	<b>31</b>	<b>31</b>
ANCHO PROMEDIO (mm)	151	151	151
ALTURA PROMEDIO (mm)	202	201	202
LONGITUD PROMEDIO (mm)	402	401	401
ESPEJOR PROMEDIO DE CARA (mm)	23	22	22
ESPEJOR PROMEDIO DE TABIQUE (mm)	23	24	24
PESO SATURADO CON SUPERFICIE SECA (kg)	13,25	13,14	13,12
PESO SUMERGIDO (kg)	6,7	6,7	6,6
PESO SECO (kg)	12,04	11,92	11,87
DENSIDAD (kg/m <sup>3</sup> )	1840	1852	1819
<b>DENSIDAD PROMEDIO (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1837</b>		
VOLUMEN NETO (mm <sup>3</sup> )	6542000	6435000	6523000
AREA NETO (mm <sup>2</sup> )	32386	32095	32372
AREA BRUTA (mm <sup>2</sup> )	60426	60275	60551
PORCENTAJE SOLIDO (%)	53,6	53,2	53,5
CARGA (N)	184615	185371	214542
RESISTENCIA DEL AREA NETA (Mpa)	5,7	5,78	6,63
<b>RESISTENCIA NETA PROMEDIO (Mpa)</b>	<b>6</b>		
RESISTENCIA DEL AREA BRUTA (Mpa)	3,06	3,08	3,54
<b>RESISTENCIA BRUTA PROMEDIO (Mpa)</b>	<b>3,2</b>		
ABSORCION (kg/m <sup>3</sup> )	185	190	192
<b>ABSORCION PROMEDIO (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>189</b>		
ABSORCION (%)	10	10	11
<b>ABSORCION PROMEDIO (%)</b>	<b>10</b>		

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 18. Tabla de Ensayos Dosificación 7 (0.5:0.35:1.40:0.00).

<b>PROBETA N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>IDENTIFICACION</b>	<b>M7</b>		
FECHA DE FABRICACION	9/12/2022	9/12/2022	9/12/2022
FECHA DE ENSAYO	9/1/2023	9/1/2023	9/1/2023
<b>EDAD (DIAS)</b>	<b>31</b>	<b>31</b>	<b>31</b>
ANCHO PROMEDIO (mm)	153	152	152
ALTURA PROMEDIO (mm)	202	201	202
LONGITUD PROMEDIO (mm)	402	401	401
ESPESOR PROMEDIO DE CARA (mm)	23	23	23
ESPESOR PROMEDIO DE TABIQUE (mm)	23	24	23
PESO SATURADO CON SUPERFICIE SECA (kg)	16,04	16,23	15,94
PESO SUMERGIDO (kg)	9,1	9,23	9,04
PESO SECO (kg)	15,12	15,23	14,99
DENSIDAD (kg/m <sup>3</sup> )	2178	2174	2173
<b>DENSIDAD PROMEDIO (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>2175</b>		
VOLUMEN NETO (mm <sup>3</sup> )	6942000	7008000	6897000
AREA NETO (mm <sup>2</sup> )	34452	34866	34228
AREA BRUTA (mm <sup>2</sup> )	61229	60952	60752
PORCENTAJE SOLIDO (%)	56,3	57,2	56,3
CARGA (N)	485680	443755	462321
RESISTENCIA DEL AREA NETA (Mpa)	14,1	12,73	13,51
<b>RESISTENCIA NETA PROMEDIO (Mpa)</b>	<b>13,4</b>		
RESISTENCIA DEL AREA BRUTA (Mpa)	7,93	7,28	7,61
<b>RESISTENCIA BRUTA PROMEDIO (Mpa)</b>	<b>7,6</b>		
ABSORCION (kg/m <sup>3</sup> )	133	143	137
<b>ABSORCION PROMEDIO (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>138</b>		
ABSORCION (%)	6	7	6
<b>ABSORCION PROMEDIO (%)</b>	<b>6</b>		

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 19. Tabla de Ensayos Dosificación 8 (0.5:0.35:0.88:0.53).

<b>PROBETA N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>IDENTIFICACION</b>	<b>M8</b>		
FECHA DE FABRICACION	9/12/2022	9/12/2022	9/12/2022
FECHA DE ENSAYO	9/1/2023	9/1/2023	9/1/2023
<b>EDAD (DIAS)</b>	<b>31</b>	<b>31</b>	<b>31</b>
ANCHO PROMEDIO (mm)	152	152	150
ALTURA PROMEDIO (mm)	201	203	204
LONGITUD PROMEDIO (mm)	402	401	401
ESPESOR PROMEDIO DE CARA (mm)	24	24	24
ESPESOR PROMEDIO DE TABIQUE (mm)	24	24	24
PESO SATURADO CON SUPERFICIE SECA (kg)	15,02	15,24	14,76
PESO SUMERGIDO (kg)	8,14	8,23	7,91
PESO SECO (kg)	13,87	14,02	13,56
DENSIDAD (kg/m3)	2017	2001	1980
<b>DENSIDAD PROMEDIO (kg/m3)</b>	<b>1999</b>		
VOLUMEN NETO (mm3)	6877000	7009000	6846000
AREA NETO (mm2)	34299	34612	33641
AREA BRUTA (mm2)	60817	60676	60150
PORCENTAJE SOLIDO (%)	56,4	57	55,9
CARGA (N)	265699	268991	272119
RESISTENCIA DEL AREA NETA (Mpa)	7,75	7,77	8,09
<b>RESISTENCIA NETA PROMEDIO (Mpa)</b>	<b>7,9</b>		
RESISTENCIA DEL AREA BRUTA (Mpa)	4,37	4,43	4,52
<b>RESISTENCIA BRUTA PROMEDIO (Mpa)</b>	<b>4,4</b>		
ABSORCION (kg/m3)	167	173	175
<b>ABSORCION PROMEDIO (kg/m3)</b>	<b>172</b>		
ABSORCION (%)	8	9	9
<b>ABSORCION PROMEDIO (%)</b>	<b>9</b>		

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 20. Tabla de Ensayos Dosificación 9 (0.5:0.70:0.70:0.35)

<b>PROBETA N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>IDENTIFICACION</b>	<b>M9</b>		
FECHA DE FABRICACION	9/12/2022	9/12/2022	9/12/2022
FECHA DE ENSAYO	9/1/2023	9/1/2023	9/1/2023
<b>EDAD (DIAS)</b>	<b>31</b>	<b>31</b>	<b>31</b>
ANCHO PROMEDIO (mm)	151	151	150
ALTURA PROMEDIO (mm)	201	202	196
LONGITUD PROMEDIO (mm)	401	402	402
ESPESOR PROMEDIO DE CARA (mm)	22	23	23
ESPESOR PROMEDIO DE TABIQUE (mm)	23	24	24
PESO SATURADO CON SUPERFICIE SECA (kg)	14,42	15,02	13,81
PESO SUMERGIDO (kg)	7,68	8,08	7,27
PESO SECO (kg)	13,2	13,85	12,68
DENSIDAD (kg/m <sup>3</sup> )	1958	1995	1940
<b>DENSIDAD PROMEDIO (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1964</b>		
VOLUMEN NETO (mm <sup>3</sup> )	6742000	6940000	6536000
AREA NETO (mm <sup>2</sup> )	33542	34442	33432
AREA BRUTA (mm <sup>2</sup> )	60275	60426	60225
PORCENTAJE SOLIDO (%)	55,6	57	55,5
CARGA (N)	266141	258409	267242
RESISTENCIA DEL AREA NETA (Mpa)	7,93	7,5	7,99
<b>RESISTENCIA NETA PROMEDIO (Mpa)</b>	<b>7,8</b>		
RESISTENCIA DEL AREA BRUTA (Mpa)	4,42	4,28	4,44
<b>RESISTENCIA BRUTA PROMEDIO (Mpa)</b>	<b>4,4</b>		
ABSORCION (kg/m <sup>3</sup> )	180	169	173
<b>ABSORCION PROMEDIO (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>174</b>		
ABSORCION (%)	9	8	9
<b>ABSORCION PROMEDIO (%)</b>	<b>9</b>		

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 21. Tabla de Ensayos Dosificación 10 (0.5:0.88:0.88:0.00)

<b>PROBETA N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>IDENTIFICACION</b>	<b>M10</b>		
FECHA DE FABRICACION	9/12/2022	9/12/2022	9/12/2022
FECHA DE ENSAYO	9/1/2023	9/1/2023	9/1/2023
<b>EDAD (DIAS)</b>	<b>31</b>	<b>31</b>	<b>31</b>
ANCHO PROMEDIO (mm)	150	150	150
ALTURA PROMEDIO (mm)	202	201	199
LONGITUD PROMEDIO (mm)	401	400	401
ESPESOR PROMEDIO DE CARA (mm)	23	23	23
ESPESOR PROMEDIO DE TABIQUE (mm)	24	24	24
PESO SATURADO CON SUPERFICIE SECA (kg)	16,17	16,05	14,87
PESO SUMERGIDO (kg)	9,12	9,04	8,27
PESO SECO (kg)	15,09	14,97	13,85
DENSIDAD (kg/m3)	2141	2136	2098
<b>DENSIDAD PROMEDIO (kg/m3)</b>	<b>2125</b>		
VOLUMEN NETO (mm3)	7050000	7009000	6604000
AREA NETO (mm2)	34988	34958	33186
AREA BRUTA (mm2)	60150	60000	60150
PORCENTAJE SOLIDO (%)	58,2	58,3	55,2
CARGA (N)	277630	252346	266421
RESISTENCIA DEL AREA NETA (Mpa)	7,94	7,22	8,03
<b>RESISTENCIA NETA PROMEDIO (Mpa)</b>	<b>7,7</b>		
RESISTENCIA DEL AREA BRUTA (Mpa)	4,62	4,21	4,43
<b>RESISTENCIA BRUTA PROMEDIO (Mpa)</b>	<b>4,4</b>		
ABSORCION (kg/m3)	153	154	154
<b>ABSORCION PROMEDIO (kg/m3)</b>	<b>154</b>		
ABSORCION (%)	7	7	7
<b>ABSORCION PROMEDIO (%)</b>	<b>7</b>		

Fuente: Elaboración Propia

## 5.1. TABLAS DE SUSTITUCIÓN

Estas tablas nos dan un preámbulo de que porcentaje se reemplazó o sustituyó en las diferentes variables cabe recalcar que el cemento siempre será constante los componentes que se analizaron son: Polvo de Piedra Azul, Agregado Grueso ¾ y Fibra de bambú.

Tabla 22. Tabla de Sustitución de material en porcentaje

<b>PROBETA 1º</b>	<b>DOSIFL. H1</b>	<b>DOSIFLMI</b>	<b>% SUSTITUCION</b>
POLVO DE PIEDRA AZUL	1	0,35	35%
CEMENTO	5	0,5	10%
AGREGADO GRUESO 3/4	2	0,35	17%
FIBRA DE BAMBU	0	1,05	100%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 23. Tabla de Sustitución de material en porcentaje

<b>PROBETA 2º</b>	<b>DOSIFL. H1</b>	<b>DOSIFLM2</b>	<b>% SUSTITUCION</b>
POLVO DE PIEDRA AZUL	1	0,88	88%
CEMENTO	5	0,5	10%
AGREGADO GRUESO 3/4	2	0,35	12%
FIBRA DE BAMBU	0	0,53	50%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 23. Tabla de Sustitución de material en porcentaje

<b>PROBETA 3°</b>	<b>DOSIFL HI</b>	<b>DOSIFLM3</b>	<b>% SUSTITUCION</b>
POLVO DE PIEDRA AZUL	1	1,05	50%
CEMENTO	5	0,5	10%
AGREGADO GRUESO 3/4	2	0,53	27%
FIBRA DE BAMBU	0	0,18	18%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 24. Tabla de Sustitución de material en porcentaje

<b>PROBETA 4°</b>	<b>DOSIFL HI</b>	<b>DOSIFLM4</b>	<b>% SUSTITUCION</b>
POLVO DE PIEDRA AZUL	1	1,4	40%
CEMENTO	5	0,5	10%
AGREGADO GRUESO 3/4	2	0,35	17%
FIBRA DE BAMBU	0	0	0%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 25. Tabla de Sustitución de material en porcentaje

<b>PROBETA 5°</b>	<b>DOSIFL HI</b>	<b>DOSIFLM5</b>	<b>% SUSTITUCION</b>
POLVO DE PIEDRA AZUL	1	0,53	53%
CEMENTO	5	0,5	10%
AGREGADO GRUESO 3/4	2	1,05	55%
FIBRA DE BAMBU	0	0,18	18%



Fuente: Elaboración Propia

<b>PROBETA 6°</b>	<b>DOSIFL. HI</b>	<b>DOSIFLM6</b>	<b>% SUSTITUCION</b>
POLVO DE PIEDRA AZUL	1	0,53	53%
CEMENTO	5	0,5	10%
AGREGADO GRUESO 3/4	2	0,53	27%
FIBRA DE BAMBU	0	0,7	70%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 27. Tabla de Sustitución de material en porcentaje

<b>PROBETA 7°</b>	<b>DOSIFL. HI</b>	<b>DOSIFLM7</b>	<b>% SUSTITUCION</b>
POLVO DE PIEDRA AZUL	1	0,35	30%
CEMENTO	5	0,5	10%
AGREGADO GRUESO 3/4	2	1,4	53%
FIBRA DE BAMBU	0	0	0%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 28. Tabla de Sustitución de material en porcentaje

<b>PROBETA 8°</b>	<b>DOSIFL. HI</b>	<b>DOSIFLM8</b>	<b>% SUSTITUCION</b>
POLVO DE PIEDRA AZUL	1	0,88	88%
CEMENTO	5	0,5	10%
AGREGADO GRUESO 3/4	2	0,53	27%
FIBRA DE BAMBU	0	0,53	53%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 29. Tabla de Sustitución de material en porcentaje

<b>PROBETA 9°</b>	<b>DOSIFL. H1</b>	<b>DOSIFLM9</b>	<b>% SUSTITUCION</b>
POLVO DE PIEDRA AZUL	1	0,7	70%
CEMENTO	5	0,5	10%
AGREGADO GRUESO 3/4	2	0,7	35%
FIBRA DE BAMBU	0	0,35	35%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 30. Tabla de Sustitución de material en porcentaje

<b>PROBETA 10°</b>	<b>DOSIFL. H1</b>	<b>DOSIFL.M10</b>	<b>% SUSTITUCION</b>
POLVO DE PIEDRA AZUL	1	0,88	88%
CEMENTO	5	0,5	10%
AGREGADO GRUESO 3/4	2	0,88	44%
FIBRA DE BAMBU	0	0	0%

Fuente: Elaboración Propia

## 5.2. TABLAS DE COMPARACION

Las tablas de comparación nos ayudara a entender 4 comportamientos necesarios para un prefabricado en este se analizo una probeta de hormigón y una con fibra vegetal, es necesario entender que la resistencia que debe cumplir un prefabricado según la norma INEN 3066 es de 3.2 tipo B y para un tipo C 1.7 (Mpa) la densidad para obtener un bloque liviano debe ser >1680 y la absorción debe ser máximo de 240 ( kg/m3).

Tabla 31. Tabla de comparación M1.

		PROBETA H1	PROBETA M1	
COMPARACION				
DENSIDAD (kg/m <sup>3</sup> )	PESADO	2560	1574	LIVIANO
Resistencia NETA PROMEDIO (Mpa)	PASA	6,1	4	PASA
Resistencia bruta promedio ( Mpa)	PASA	3,2	2,1	PASA
Absorción Promedio (kg/m <sup>3</sup> )	*	*	240	PASA

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 32. Tabla de comparación M2.

		PROBETA H1	PROBETA M2	
COMPARACION				
DENSIDAD (kg/m <sup>3</sup> )	PESADO	2560	1846	NORMAL
Resistencia NETA PROMEDIO (Mpa)	PASA	6,1	7,8	PASA
Resistencia bruta promedio ( Mpa)	PASA	3,2	4,4	PASA
Absorción Promedio (kg/m <sup>3</sup> )	*	*	175	PASA

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 33. Tabla de comparación M3.

		PROBETA H1	PROBETA M3	
COMPARACION				
DENSIDAD (kg/m <sup>3</sup> )	PESADO	2560	1962	NORMAL
Resistencia NETA PROMEDIO (Mpa)	PASA	6,1	7,2	PASA
Resistencia bruta promedio ( Mpa)	PASA	3,2	4	PASA
Absorción Promedio (kg/m <sup>3</sup> )	*	*	167	PASA

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 34. Tabla de comparación M4.

		PROBETA H1	PROBETA M4	
COMPARACION				
DENSIDAD (kg/m <sup>3</sup> )	PESADO	2560	2115	PESADO
Resistencia NETA PROMEDIO (Mpa)	PASA	6,1	9,4	PASA
Resistencia bruta promedio ( Mpa)	PASA	3,2	5,3	PASA
Absorción Promedio (kg/m <sup>3</sup> )	*	*	145	PASA

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 35. Tabla de comparación M5.

COMPARACION	PROBETA H1		PROBETA M5	
	DENSIDAD (kg/m <sup>3</sup> )	PESADO	2560	2039
Resistencia NETA PROMEDIO (Mpa)	PASA	6,1	8	PASA
Resistencia bruta promedio ( Mpa)	PASA	3,2	4,6	PASA
Absorción Promedio (kg/m <sup>3</sup> )	*	*	153	PASA

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 36. Tabla de comparación M6.

COMPARACION	PROBETA H1		PROBETA M6	
	DENSIDAD (kg/m <sup>3</sup> )	PESADO	2560	1837
Resistencia NETA PROMEDIO (Mpa)	PASA	6,1	6	PASA
Resistencia bruta promedio ( Mpa)	PASA	3,2	3,2	PASA
Absorción Promedio (kg/m <sup>3</sup> )	*	*	189	PASA

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 37. Tabla de comparación M7.

COMPARACION	PROBETA H1		PROBETA M7	
	DENSIDAD (kg/m <sup>3</sup> )	PESADO	2560	2175
Resistencia NETA PROMEDIO (Mpa)	PASA	6,1	13,4	PASA
Resistencia bruta promedio ( Mpa)	PASA	3,2	7,6	PASA
Absorción Promedio (kg/m <sup>3</sup> )	*	*	138	PASA

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 38. Tabla de comparación M8.

COMPARACION	PROBETA H1		PROBETA M8	
	DENSIDAD (kg/m <sup>3</sup> )	PESADO	2560	1999
Resistencia NETA PROMEDIO (Mpa)	PASA	6,1	7,9	PASA
Resistencia bruta promedio ( Mpa)	PASA	3,2	4,4	PASA
Absorción Promedio (kg/m <sup>3</sup> )	*	*	172	PASA

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 39. Tabla de comparación M9.

		PROBETA H1	PROBETA M9	
COMPARACION				
DENSIDAD (kg/m3)	PESADO	2560	1964	NORMAL
Resistencia NETA PROMEDIO (Mpa)	PASA	6,1	7,8	PASA
Resistencia bruta promedio ( Mpa)	PASA	3,2	4,4	PASA
Absorción Promedio (kg/m3)	*	*	174	PASA

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 40. Tabla de comparación M10.

		PROBETA H1	PROBETA M10	
COMPARACION				
DENSIDAD (kg/m3)	PESADO	2560	2125	PESADO
Resistencia NETA PROMEDIO (Mpa)	PASA	6,1	7,7	PASA
Resistencia bruta promedio ( Mpa)	PASA	3,2	4,4	PASA
Absorción Promedio (kg/m3)	*	*	154	PASA

Fuente: Elaboración Propia

**REFLEXIONES FINALES**



## 6. REFLEXIONES FINALES.

Los triángulos de superficie de respuesta nos ayudan a entender cómo se comportan los diferentes componentes y en que punto llega su máxima resistencia, densidad y absorción las variables que se estudiaron son Fraction x1 (Polvo de Piedra Azul) , Fraction x2 (Agregado Grueso  $\frac{3}{4}$ ) y Fraction x3 Fibra de bambu.

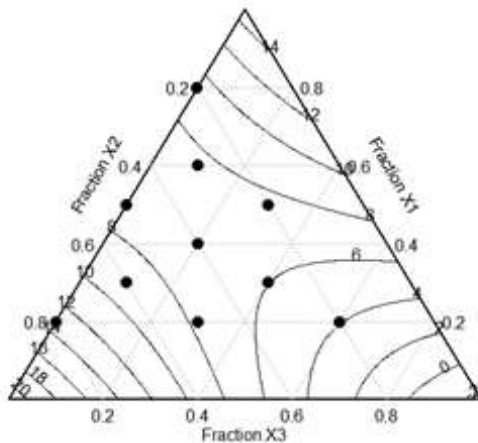


Gráfico 14. Triángulo de Superficie de Respuesta comportamiento de la resistencia.

Fuente: Elaboración propia

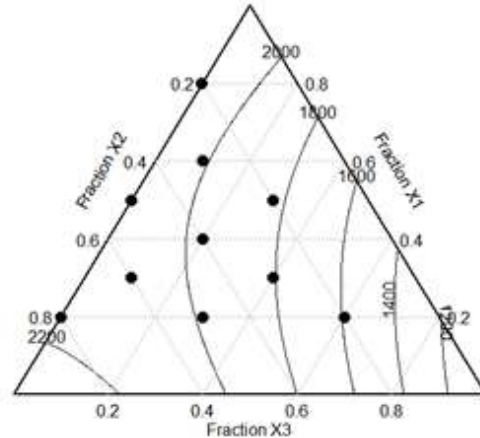


Gráfico 15. Triángulo de Superficie de Respuesta comportamiento de la Densidad.

Fuente: Elaboración propia

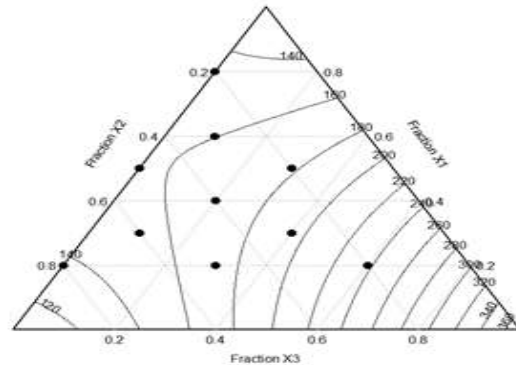


Gráfico 16. Triángulo de Superficie de Respuesta comportamiento de la absorción.

Fuente: Elaboración propia

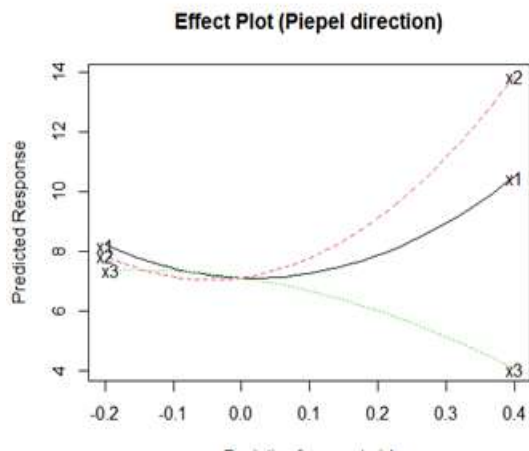


Gráfico 17. Comportamiento de la resistencia ante las variaciones de los diferentes componentes.

Fuente: Elaboración propia

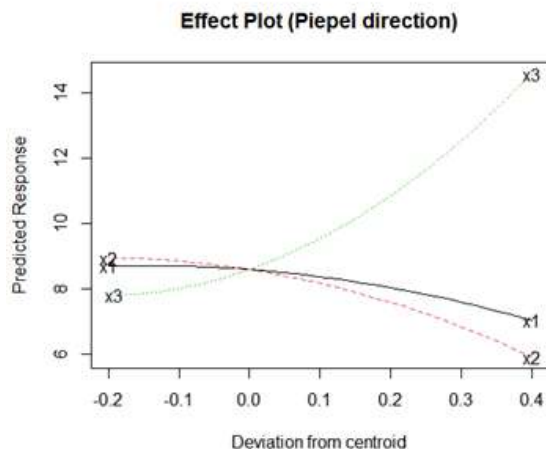


Gráfico 18. Comportamiento de la absorción ante las variaciones de los diferentes componentes.

Fuente: Elaboración propia

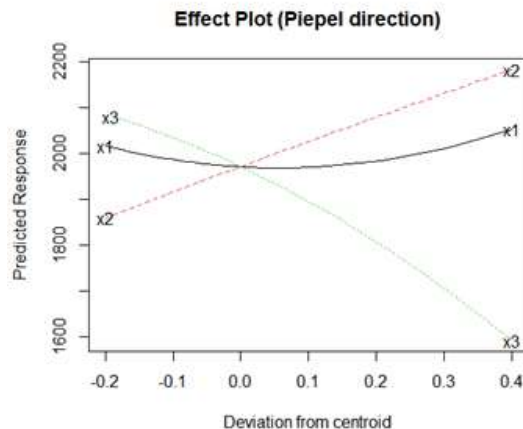


Gráfico 19. Comportamiento de la Densidad ante las variaciones de los diferentes componentes.

Fuente: Elaboración propia

## 6.1 ECUACIONES DE RESISTENCIA-DENSIDAD-ABSORCION

Estas ecuaciones nos ayudaran a obtener datos, sin necesidad de estar ensayando simplemente se van jugando con las diferentes variables.

Tabla 41. Coeficientes de la programación en R para obtención de la ecuación absorción.

Coefficients:				
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
x1	6.443	2.576	2.501	0.0876 .
x2	4.473	2.576	1.736	0.1809
x3	33.870	8.277	4.092	0.0264 *
x1:x2	7.739	12.109	0.639	0.5682
x1:x3	-50.015	33.423	-1.496	0.2314
x2:x3	-45.469	33.423	-1.360	0.2669
x1:x2:x3	137.255	133.057	1.032	0.3782
---				
Signif. codes: 0 '****' 0.001 '***' 0.01 '**' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1				

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 42. Ecuación de la absorción.

ECUACION DE LA ABSORCION	$y_3=120,39x_1+103,87x_2+373,0x_3+$
	$185,44x_1x_2-155,47x_1x_3-166,08x_2x_3$

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 43. Coeficientes de la programación en R para obtención de la ecuación. densidad.

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
x1	2055.04	45.24	45.429	7.62e-09 ***
x2	2171.32	50.83	42.716	1.10e-08 ***
x3	1001.83	139.63	7.175	0.00037 ***
x2:x3	1172.46	512.76	2.287	0.06224 .
---				
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1				

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 44. Ecuación de la densidad.

<b>ECUACION DE LA DENSIDAD</b>	$y_1=2055,04x_1+2171,32$
	$x_2+1001.83x_3+1172.46x_2x_3$

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 45. Coeficientes de la programación en R para obtención de la ecuación resistencia.

Coefficients:					
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )	
x1	15.616	1.910	8.176	0.00018	***
x2	20.671	1.910	10.822	3.68e-05	***
x3	-2.444	1.180	-2.071	0.08373	.
x1:x2	-43.140	8.943	-4.824	0.00293	**
---					
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1					

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 46. Ecuación de la resistencia.

<b>ECUACION DE LA RESISTENCIA</b>	$y_2 = 15,616x_1 + 20,671$
	$x_2 - 2,444 x_3 - 43,14x_1x_2$

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 47. Tabla con dosificaciones de la superposición del triángulo y aplicación de la ecuación de resistencia.

		<b>y2</b>	<b>x1</b>	<b>x2</b>	<b>x3</b>
82,87%	4	4,8269	0,4	0,3	1
120,44%	7,6	6,31	0,3	0,4	0,6
95,22%	7,2	7,5613	0,6	0,3	0,1
113,32%	9,4	8,2954	0,4	0,6	0
119,71%	8	6,6826	0,35	0,35	0,3
95,75%	6	6,2664	0,55	0,6	0,2
168,47%	13,4	7,9539	0,4	0,5	0
127,67%	7,9	6,1878	0,3	0,4	0,65
118,29%	7,8	6,5941	0,3	0,5	0,8
104,64%	7,7	7,3585	0,5	0,5	0
1146,38%					

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 48. Tabla con dosificaciones de la superposición del triángulo y aplicación de la ecuación de absorción.

		<b>y2</b>	<b>x1</b>	<b>x2</b>	<b>x3</b>
98,42%	240	243,8618	0,3	0,2	0,6
137,08%	175	127,6594	0,4	0,3	0,1
76,87%	167	217,2598	0,7	0,4	0,2
98,80%	145	146,7564	0,8	0,2	0
99,04%	153	154,4824	0,3	0,6	0,1
97,15%	189	194,554	0,3	0,3	0,4
100,84%	138	136,8444	0,2	0,8	0
99,88%	172	172,203	0,2	0,5	0,3
103,43%	174	168,232	0,4	0,4	0,2
97,17%	154	158,49	0,5	0,5	0
1008,68%					

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 49. Tabla con dosificaciones de la superposición del triángulo y aplicación de la ecuación de densidad.

		<b>y2</b>	<b>x1</b>	<b>x2</b>	<b>x3</b>
99,18%	1574	1587,0652	0,2	0,2	0,6
100,73%	1846	1832,6806	0,5	0,2	0,3
97,14%	1962	2019,7768	0,6	0,3	0,1
91,68%	2115	2307,056	0,7	0,4	0
123,17%	2039	1655,474	0,2	0,5	0,1
161,95%	1837	1134,2968	0,1	0,2	0,4
101,81%	2175	2136,436	0,3	0,7	0
146,10%	1999	1368,1948	0,1	0,4	0,2
202,70%	1964	968,9042	0,2	0,2	0,1
166,83%	2125	1273,722	0,25	0,35	0
1291,28%					

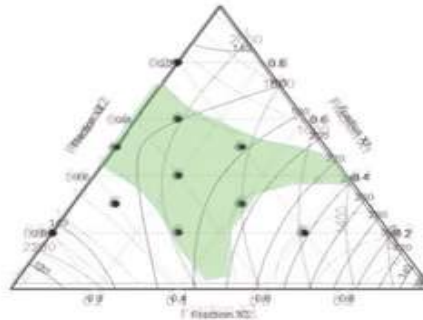
Fuente: Elaboración Propia

## 6. REFLEXIONES FINALES

- Las mayores resistencias se encuentran en las variables que contiene polvo de piedra azul y agregado grueso de  $\frac{3}{4}$ , cuando en la composición predomina el agregado la resistencia sube y cuando la fibra se coloca en mayor cantidad la resistencia baja. Grafico 14.
  - Entre mas fibra se incrementa la densidad va bajando, entre menos fibra los agregados de  $\frac{3}{4}$  y polvo de piedra azul va aumentando y la densidad comienza a subir. Grafico 15.
  - La absorción va subiendo al momento que la fibra va aumentando. Gráfico 16.
  - En la medida que se incrementa el agregado  $\frac{3}{4}$  va subiendo la resistencia, en menor medida el polvo de piedra azul tiene el mismo efecto, al momento de incrementar la fibra la resistencia va disminuyendo. Gráfico 17.
  - Entre más fibra exista la absorción sube y entre más agregado  $\frac{3}{4}$  y polvo de piedra azul baja. Gráfico 18.
  - Entre mas fibra, la densidad baja y entre mas polvo de piedra azul y agregado  $\frac{3}{4}$  la densidad va incrementando prolongadamente cabe recalcar que el agregado  $\frac{3}{4}$  es la variable que más densidad nos da .
  - Los modelos de ecuaciones a través de las investigaciones y diferentes programaciones son los mejores métodos para la obtención de resistencia, densidad y absorción. Gráfico 42-44-46.
- va aumentando el proceso de resistencia de mezcla va bajando.
- La densidad se encuentra cuando utilizamos mas fibras que los diferentes áridos, mientras más es la variable la densidad va bajando y entre más áridos se vaya empleando la densidad va subiendo, el mayor aporte de densidad es el agregado  $\frac{3}{4}$ .



- Entonces la mayor absorción se encuentra cuando la fibra aumenta, mientras que si se emplea mas áridos la absorción va disminuyendo. Gráfico 18.
- Teniendo en cuenta la norma INEN 3066 de los procesos de los prefabricados de hormigón nos dice que para bloque clase B la densidad sea  $>1680$  con una resistencia de 3.2 Mpa y una absorción máxima a 240 kg/m<sup>3</sup>.
- Para encontrar la zona que cumpla con los diferentes requerimientos mediante los triángulos de superficie de respuesta superpones las Gráficas 14-15-16, para encontrar las mesetas de los tres triángulos.



Fuente: Elaboración Propia

## RECOMENDACIONES

## 7. RECOMENDACIONES

Para los bloques de losa tipo C según la normativa INEN 3066 se debe cumplir con una resistencia de 1.7 Mpa con una densidad menor a  $>1680$  y de absorción menor de  $240 \text{ kg/m}^3$ , se recomienda coger siempre el punto medio de los tres triángulos al momento de superponerse ya que en caso de cualquier desviación siempre tendrán resultados que cumplan con la normativa, si se escogen las variables del borde comienza a variar las diferentes resistencias, densidades y abrasiones. La dosificación que se les recomienda utilizar 0.5:0.35:0.5 polvo de piedra azul, agregado de  $\frac{3}{4}$  y fibra de bambú cabe recalcar que el cemento siempre será constante de 0.5.

## REFERENTES BIBLIOGRÁFICOS

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- Albinante, S. R., Beatriz, É., Vasques, A., Lea, L., Visconte, Y., Velásquez Restrepo, S. M., Pelaéz Arroyave, G. J., & Giraldo Vásquez, D. H. (2016). Uso de fibras vegetales en materiales compuestos de matriz polimérica : una revisión con miras a su aplicación en el diseño de nuevos productos Use of vegetable fibers in polymer matrix composites : a review. SENA Centro Nacional de Asistencia Técnica a la Industria, 36(1), 77–86.
- Romea, C. (2014). El hormigón: breve reseña histórica de un material milenario. Aplicaciones avanzadas de los materiales compuestos en la obra civil y la edificación, 1–18. <https://doi.org/10.3926/oms.199>.
- ECUADOR, B. D. (2020). VIVENDA DE INTERÉS PÚBLICO Y SOCIAL
- CEPAL. (2018). Las ciudades y la vivienda brindan una oportunidad para transformar el modelo de desarrollo de América Latina y el Caribe hacia uno más inclusivo, igualitario y sostenible. Quito.
- LA CÁMARA(2019).Avances sociales y tecnológicos, tras una década del sismo en Chile.
- Edificios-híbridos. (2014). edificios-híbridos-nuevas-formas-de-habitar-en-el-siglo-xxi.
- Vivienda-interes-publico. (2017). vivienda-interes-publico-terreno-otros-bienes-inmuebles-distintos-vivienda. Quito.

ECUADOR, B. D. (2020). VIVENDA DE INTERÉS PÚBLICO Y SOCIAL

CEPAL. (2018). Las ciudades y la vivienda brindan una oportunidad para transformar el modelo de desarrollo de América Latina y el Caribe hacia uno más inclusivo, igualitario y sostenible. Quito.

LA CÁMARA(2019).Avances sociales y tecnológicos, tras una década del sismo en Chile.

Edificios-híbridos. (2014). edificios-híbridos-nuevas-formas-de-habitar-en-el-siglo-xxi.

Vivienda-interés-público. (2017). vivienda-interés-público-terreno-otros-bienes-inmuebles-distintos-vivienda. Quito.

**ANEXOS**



**Pontificia Universidad  
Católica del Ecuador**  
Seréis mis testigos

LABORATORIO DE RESISTENCIA DE  
MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS,  
PAVIMENTOS Y GEOTÉCNICA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**ÁREA DE RESISTENCIA DE MATERIALES**  
**INFORME DE ENSAYO**  
**DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**  
**EN BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN**

**PROYECTO:** Tesis: Elaboración de Hormigones Aligerados con Inclusión de Fibras Vegetales en Proyectos de Arquitectura

**SOLICITADO POR:** Damarys Jiménez

**LOCALIZACIÓN:** Milad del Mundo  
**MUESTRA:** Tomada por el Cliente  
**NORMA DE REFERENCIA:** NTE INEN 3066

**FISCALIZACIÓN:** .....  
**CONTRATISTA:** .....  
**FECHA DE RECEPCIÓN:** 2023/01/05  
**FECHA DE EMISIÓN:** 2023/01/13

**FÁBRICA:** .....  
**DESCRIPCIÓN:** Bloque 15x20x40 cm

**ORDEN DE TRABAJO:** 35280  
**HOJA:** 1 de 10

Probeta N°	1	2	3
<b>Identificación</b>	<b>M1</b>		
Fecha de fabricación	09/12/2022	09/12/2022	09/12/2022
Fecha de ensayo	09/01/2023	09/01/2023	09/01/2023
Edad (días)	31	31	31
Ancho promedio (mm)	150	150	150
Altura promedio (mm)	200	200	200
Longitud promedio (mm)	401	400	401
Espesor promedio de cara (mm)	21	22	22
Espesor promedio de tabique (mm)	24	24	23
Peso saturado con superficie seca (Kg)	11,29	11,22	11,18
Peso sumergido (Kg)	5,14	4,98	5,00
Peso seco (Kg)	10,05	9,53	9,56
Densidad (Kg/m <sup>3</sup> )	1634	1527	1561
<b>Densidad promedio (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1574</b>		
Volumen neto (mm <sup>3</sup> )	6151000	6241000	6186000
Área neta (mm <sup>2</sup> )	30755	31205	30940
Área bruta (mm <sup>2</sup> )	60075	60000	60075
Porcentaje sólido (%)	51,2	52,0	51,3
Carga (N)	124618	123840	123291
Resistencia del área neta (MPa)	4,05	3,97	3,98
<b>Resistencia Neta promedio (MPa)</b>	<b>4,0</b>		
Resistencia del área bruta (MPa)	2,07	2,08	2,05
<b>Resistencia Bruta promedio (MPa)</b>	<b>2,1</b>		
Absorción (Kg/m <sup>3</sup> )	202	271	247
<b>Absorción promedio (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>240</b>		
Absorción (%)	12	16	18
<b>Absorción promedio (%)</b>	<b>15</b>		

**OBSERVACIONES:**

1MPa = 10,2 Kg/cm<sup>2</sup>

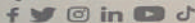
**NOTA:** Este informe de ensayo no debe ser reproducido parcialmente.

Ing. María Inés Calvo, M.Sc.  
RESPONSABLE DEL ÁREA

Ing. Jorge Albuja, M.Sc.  
COORDINADOR

"Solidarios en la construcción, excelencia en la calidad"

**Dirección:** Avenida 12 de Octubre y Alfredo Mena Caamaño  
**Código postal:** 170525 / **Teléfono:** (593-2) 299 1700 **Ext.** 1529 / **Correo:** lmc-puce@puce.edu.ec  
**Quito - Ecuador / www.puce.edu.ec**



100 AÑOS  
1919-2019





**Pontificia Universidad  
Católica del Ecuador**  
Seréis mis testigos

LABORATORIO DE RESISTENCIA DE  
MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS,  
PAVIMENTOS Y GEOTÉCNICA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**ÁREA DE RESISTENCIA DE MATERIALES**  
**INFORME DE ENSAYO**  
**DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**  
**EN BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN**

**PROYECTO:** Tesis: Elaboración de Hormigones Aligerados con Inclusión de Fibras Vegetales en Proyectos de Arquitectura

**LOCALIZACIÓN:** Mitad del Mundo

**MUESTRA:** Tomada por el Cliente

**NORMA DE REFERENCIA:** NTE INEN 3066

**SOLICITADO POR:** Damarys Jiménez

**FISCALIZACIÓN:** .....

**CONTRATISTA:** .....

**FECHA DE RECEPCIÓN:** 2023/01/05

**FECHA DE EMISIÓN:** 2023/01/13

**FÁBRICA:** .....

**DESCRIPCIÓN:** Bloque 15x20x40 cm

**ORDEN DE TRABAJO:** 35280

**HOJA:** 2 de 10

Probeta N°	1	2	3
<b>Identificación</b>	<b>48</b>		
Fecha de fabricación	09/12/2022	09/12/2022	09/12/2022
Fecha de ensayo	09/01/2023	09/01/2023	09/01/2023
Edad (días)	<b>31</b>	<b>31</b>	<b>31</b>
Ancho promedio (mm)	150	150	150
Altura promedio (mm)	202	201	200
Longitud promedio (mm)	400	401	400
Espesor promedio de cara (mm)	24	23	24
Espesor promedio de tabique (mm)	24	24	24
Peso saturado con superficie seca (Kg)	13,93	13,52	13,64
Peso sumergido (Kg)	7,03	6,84	6,89
Peso seco (Kg)	12,58	12,58	12,37
Densidad (Kg/m <sup>3</sup> )	1821	1884	1834
<b>Densidad promedio (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1846</b>		
Volumen neto (mm <sup>3</sup> )	690000	668000	674000
Área neta (mm <sup>2</sup> )	34188	33317	33703
Área bruta (mm <sup>2</sup> )	60000	60075	60000
Porcentaje adido (%)	57,0	55,5	56,3
Carga (N)	264593	263377	264392
Resistencia del área neta (MPa)	7,74	7,91	7,84
<b>Resistencia Neta promedio (Mpa)</b>	<b>7,8</b>		
Resistencia del área bruta (MPa)	4,41	4,38	4,41
<b>Resistencia Bruta promedio (Mpa)</b>	<b>4,4</b>		
Absorción (Kg/m <sup>2</sup> )	196	140	188
<b>Absorción promedio (Kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>175</b>		
Absorción (%)	11	7	10
<b>Absorción promedio (%)</b>	<b>9</b>		

**OBSERVACIONES:** 1MPa = 10,2 Kg/cm<sup>2</sup>

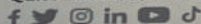
**NOTA:** Este informe de ensayo no debe ser reproducido parcialmente.

Ing. María Inés Calvo, M.Sc.  
RESPONSABLE DEL ÁREA

Ing. Jorge Albuja, M.Sc.  
COORDINADOR

*"Solidarios en la construcción, excelencia en la calidad"*

**Dirección:** Avenida 12 de Octubre y Alfredo Mena Caamaño  
**Código postal:** 170525 / **Teléfono:** (593-2) 299 1700 Ext. 1529 / **Correo:** lmc-puce@puce.edu.ec  
**Quito - Ecuador / www.puce.edu.ec**



IGLESIA ECUATORIANA



**Pontificia Universidad  
Católica del Ecuador**  
Seréis mis testigos

LABORATORIO DE RESISTENCIA DE  
MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS,  
PAVIMENTOS Y GEOTÉCNICA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**ÁREA DE RESISTENCIA DE MATERIALES**  
**INFORME DE ENSAYO**  
**DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**  
**EN BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN**

**PROYECTO:** Tesis: Elaboración de Hormigones  
Aligerados con Inclusión de Fibras  
Vegetales en Proyectos de Arquitectura

**SOLICITADO POR:** Damaris Jiménez

**LOCALIZACIÓN:** Mitad del Mundo  
**MUESTRA:** Tomada por el Cliente  
**NORMA DE REFERENCIA:** NTE INEN 3066

**FISCALIZACIÓN:** .....  
**CONTRATISTA:** .....  
**FECHA DE RECEPCIÓN:** 2023/01/05  
**FECHA DE EMISIÓN:** 2023/01/13

**FÁBRICA:** .....  
**DESCRIPCIÓN:** Bloque 15x20x40 cm

**ORDEN DE TRABAJO:** 35280  
**HOJA:** 3 de 10

Probeta N°	1	2	3
<b>Identificación</b>	<b>M3</b>		
Fecha de fabricación	09/12/2022	09/12/2022	09/12/2022
Fecha de ensayo	09/01/2023	09/01/2023	09/01/2023
<b>Edad (días)</b>	<b>31</b>	<b>31</b>	<b>31</b>
Ancho promedio (mm)	151	151	150
Altura promedio (mm)	200	201	200
Longitud promedio (mm)	402	400	400
Espesor promedio de cara (mm)	16	23	24
Espesor promedio de tabique (mm)	24	24	24
Peso saturado con superficie seca (Kg)	14,80	13,65	14,75
Peso sumergido (Kg)	7,97	7,10	7,90
Peso seco (Kg)	13,78	12,49	13,64
Densidad (Kg/m <sup>3</sup> )	1088	1006	1092
<b>Densidad promedio (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1062</b>		
Volumen neto (mm <sup>3</sup> )	6931000	6563000	6849000
Área neta (mm <sup>2</sup> )	34655	32683	34245
Área bruta (mm <sup>2</sup> )	60426	60200	60000
Porcentaje sólido (%)	57,4	54,3	57,1
Carga (N)	224655	271968	229747
Resistencia del área neta (MPa)	6,48	8,32	6,71
<b>Resistencia Neta promedio (Mpa)</b>	<b>7,2</b>		
Resistencia del área bruta (MPa)	3,72	4,52	3,85
<b>Resistencia Bruta promedio (Mpa)</b>	<b>4,0</b>		
Absorción (Kg/m <sup>3</sup> )	162	177	161
<b>Absorción promedio (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>167</b>		
Absorción (%)	8	9	8
<b>Absorción promedio (%)</b>	<b>9</b>		

**OBSERVACIONES:**

1MPa = 10,2 Kg/cm<sup>2</sup>

**NOTA:** Este informe de ensayo no debe ser reproducido parcialmente.

Ing. María Inés Calvo, M.Sc.  
RESPONSABLE DEL ÁREA

Pontificia Universidad Católica del Ecuador  
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE  
MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS,  
PAVIMENTOS Y GEOTÉCNICA  
  
Ing. Jorge Albuja, M.Sc.  
COORDINADOR

"Solidarios en la construcción, excelencia en la calidad"

**Dirección:** Avenida 12 de Octubre y Alfredo Mena Caamaño  
**Código postal:** 170525 / **Teléfono:** (593-2) 299 1700 Ext. 1529 / **Correo:** lmc-puce@puce.edu.ec  
**Quito - Ecuador / www.puce.edu.ec**





**Pontificia Universidad  
Católica del Ecuador**  
Seréis mis testigos

LABORATORIO DE RESISTENCIA DE  
MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS,  
PAVIMENTOS Y GEOTÉCNICA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**ÁREA DE RESISTENCIA DE MATERIALES**  
**INFORME DE ENSAYO**  
**DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**  
**EN BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN**

**PROYECTO:** Tesis: Elaboración de Hormigones Aligerados con Inclusión de Fibras Vegetales en Proyectos de Arquitectura  
**SOLICITADO POR:** Damarys Jiménez

**LOCALIZACIÓN:** Milad del Mundo  
**MUESTRA:** Tomada por el Cliente  
**FISCALIZACIÓN:** .....

**NORMA DE REFERENCIA:** NTE INEN 3066  
**CONTRATISTA:** .....

**FÁBRICA:** .....

**DESCRIPCIÓN:** Bloque 15x20x40 cm  
**FECHA DE RECEPCIÓN:** 2023/01/05  
**FECHA DE EMISIÓN:** 2023/01/13

**ORDEN DE TRABAJO:** 35280  
**HOJA:** 4 de 10

Probeta N°	1	2	3
<b>Identificación</b>	<b>MM</b>		
Fecha de fabricación	08/12/2022	08/12/2022	08/12/2022
Fecha de ensayo	09/01/2023	09/01/2023	09/01/2023
<b>Edad (días)</b>	<b>31</b>	<b>31</b>	<b>31</b>
Ancho promedio (mm)	150	150	151
Altura promedio (mm)	200	200	200
Longitud promedio (mm)	462	401	402
Espesor promedio de cara (mm)	23	23	23
Espesor promedio de labio (mm)	24	24	25
Peso saturado con superficie seca (Kg)	15,37	15,33	15,52
Peso sumergido (Kg)	8,59	8,54	8,70
Peso seco (Kg)	14,36	14,38	14,55
Densidad (Kg/m³)	2115	2118	2112
<b>Densidad promedio (Kg/m³)</b>	<b>2115</b>		
Volumen neto (mm³)	6789000	6752000	6614000
Área neta (mm²)	30845	33860	34170
Área bruta (mm²)	60225	63150	60428
Porcentaje sólido (%)	56,4	58,5	57,3
Carga (N)	309369	321740	329376
Resistencia del área neta (MPa)	9,11	9,47	9,50
<b>Resistencia Neta promedio (Mpa)</b>	<b>9,4</b>		
Resistencia del área bruta (MPa)	5,14	5,35	5,43
<b>Resistencia Bruta promedio (Mpa)</b>	<b>5,3</b>		
Absorción (Kg/m³)	150	139	147
<b>Absorción promedio (Kg/m³)</b>	<b>145</b>		
Absorción (%)	7	7	7
<b>Absorción promedio (%)</b>	<b>7</b>		

**OBSERVACIONES:**

1MPa = 10,2 Kg/cm²

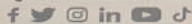
**NOTA:** Este informe de ensayo no debe ser reproducido parcialmente.

Ing. María Inés Calvo, M.Sc.  
RESPONSABLE DEL ÁREA

Ing. Jorge Albuja, M.Sc.  
COORDINADOR

"Solidarios en la construcción, excelencia en la calidad"

**Dirección:** Avenida 12 de Octubre y Alfredo Mena Caamaño  
**Código postal:** 170525 / **Teléfono:** (593-2) 299 1700 **Ext.** 1529 / **Correo:** lmc-puce@puce.edu.ec  
**Quito - Ecuador / www.puce.edu.ec**





**Pontificia Universidad  
Católica del Ecuador**  
Seréis mis testigos

LABORATORIO DE RESISTENCIA DE  
MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS,  
PAVIMENTOS Y GEOTÉCNICA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**ÁREA DE RESISTENCIA DE MATERIALES**  
**INFORME DE ENSAYO**  
**DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**  
**EN BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN**

**PROYECTO:** Tesis: Elaboración de Hormigones Aligerados con Inclusión de Fibras Vegetales en Proyectos de Arquitectura  
**LOCALIZACIÓN:** Mitad del Mundo  
**MUESTRA:** Tomada por el Cliente  
**NORMA DE REFERENCIA:** NTE INEN 3066

**SOLICITADO POR:** Damaris Jiménez  
**FISCALIZACIÓN:** .....  
**CONTRATISTA:** .....  
**FECHA DE RECEPCIÓN:** 2023/01/05  
**FECHA DE EMISIÓN:** 2023/01/13

**ORDEN DE TRABAJO:** 35280  
**HOJA:** 5 de 10

**FÁBRICA:** .....  
**DESCRIPCIÓN:** Bloque 15x20x40 cm

Prueba N°	1	2	3
<b>Identificación</b>	<b>MS</b>		
Fecha de fabricación	09/12/2022	09/12/2022	09/12/2022
Fecha de ensayo	09/01/2023	09/01/2023	09/01/2023
<b>Edad (días)</b>	<b>31</b>	<b>31</b>	<b>31</b>
Ancho promedio (mm)	150	150	150
Altura promedio (mm)	200	201	200
Longitud promedio (mm)	401	402	401
Espesor promedio de cara (mm)	23	23	24
Espesor promedio de tabique (mm)	24	24	23
Peso saturado con superficie seca (Kg)	14.79	15.51	14.74
Peso sumergido (Kg)	7.39	8.48	8.02
Peso seco (Kg)	13.74	14.45	13.69
Densidad (Kg/m³)	2022	2056	2038
<b>Densidad promedio (Kg/m³)</b>	<b>2038</b>		
Volumen neto (mm³)	6798000	7028000	6716000
Área neta (mm²)	33990	35022	33580
Área bruta (mm²)	60150	60225	60075
Porcentaje sólido (%)	56.5	58.2	55.9
Carga (N)	268129	294008	271601
Resistencia del área neta (MPa)	7.89	8.10	8.09
<b>Resistencia Neta promedio (Mpa)</b>	<b>8.0</b>		
Resistencia del área bruta (MPa)	4.46	4.72	4.52
<b>Resistencia Bruta promedio (Mpa)</b>	<b>4.6</b>		
Absorción (Kg/m³)	154	150	156
<b>Absorción promedio (Kg/m³)</b>	<b>153</b>		
Absorción (%)	8	7	8
<b>Absorción promedio (%)</b>	<b>8</b>		

**OBSERVACIONES:** 1MPa = 10.2 Kg/cm²

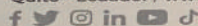
**NOTA:** Este informe de ensayo no debe ser reproducción parcialmente.

Ing. María Inés Calvo, M.Sc.  
RESPONSABLE DEL ÁREA

Ing. Jorge Albuja, M.Sc.  
COORDINADOR

*"Solidarios en la construcción, excelencia en la calidad"*

**Dirección:** Avenida 12 de Octubre y Alfredo Mena Caamaño  
**Código postal:** 170525 / **Teléfono:** (593-2) 299 1700 Ext. 1529 / **Correo:** lmc-puce@puce.edu.ec  
**Quito - Ecuador / www.puce.edu.ec**





**Pontificia Universidad  
Católica del Ecuador**  
Seréis mis testigos

LABORATORIO DE RESISTENCIA DE  
MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS,  
PAVIMENTOS Y GEOTÉCNICA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**ÁREA DE RESISTENCIA DE MATERIALES**  
**INFORME DE ENSAYO**  
**DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**  
**EN BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN**

**PROYECTO:** Tesis: Elaboración de Hormigones Aligerados con Inclusión de Fibras Vegetales en Proyectos de Arquitectura  
**SOLICITADO POR:** Damarys Jiménez

**LOCALIZACIÓN:** Mitad del Mundo  
**MUESTRA:** Tomada por el Cliente  
**FISCALIZACIÓN:** .....  
**CONTRATISTA:** .....  
**NORMA DE REFERENCIA:** NTE INEN 3066  
**FECHA DE RECEPCIÓN:** 2023/01/05  
**FECHA DE EMISIÓN:** 2023/01/13

**FÁBRICA:** .....  
**ORDEN DE TRABAJO:** 35280  
**DESCRIPCIÓN:** Bloque 15x20x40 cm  
**HOJA:** 6 de 10

Próbete N°	1	2	3
Identificación	MS		
Fecha de fabricación	09/12/2022	09/12/2022	09/12/2022
Fecha de ensayo	09/01/2023	09/01/2023	09/01/2023
Edad (días)	31	31	31
Ancho promedio (mm)	151	151	151
Altura promedio (mm)	202	201	202
Longitud promedio (mm)	402	401	401
Espesor promedio de cara (mm)	33	32	32
Espesor promedio de tabiques (mm)	23	24	24
Peso saturado con superficie seca (Kg)	13,25	13,14	13,12
Peso sumergido (Kg)	6,70	6,70	6,60
Peso seco (Kg)	12,04	11,92	11,87
Densidad (Kg/m³)	1840	1852	1819
<b>Densidad promedio (Kg/m³)</b>	1837		
Volumen neto (mm³)	6542000	6495000	6523000
Área neta (mm²)	32385	32085	32372
Área bruta (mm²)	60426	60275	60551
Porcentaje sólido (%)	53,6	53,2	53,5
Carga (N)	184615	185371	214542
Resistencia del área neta (MPa)	5,70	5,78	6,03
<b>Resistencia Neta promedio (Mpa)</b>	6,0		
Resistencia del área bruta (MPa)	3,06	3,09	3,54
<b>Resistencia Bruta promedio (Mpa)</b>	3,2		
Absorción (Kg/m³)	185	190	192
<b>Absorción promedio (Kg/m³)</b>	189		
Absorción (%)	10	10	11
<b>Absorción promedio (%)</b>	10		

**OBSERVACIONES:**

1MPa = 10,2 Kg/cm²

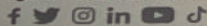
**NOTA:** Este informe de ensayo no debe ser reproducido parcialmente.

Ing. Maria Inés Calvo, M.Sc.  
RESPONSABLE DEL ÁREA

Ing. Jorge Albujá, M.Sc.  
COORDINADOR

"Solidarios en la construcción, excelencia en la calidad"

**Dirección:** Avenida 12 de Octubre y Alfredo Mena Caamaño  
**Código postal:** 170525 / **Teléfono:** (593-2) 299 1700 **Ext.** 1529 / **Correo:** lmc-puce@puce.edu.ec  
**Quito - Ecuador / www.puce.edu.ec**



INSTITUTOS ECUATORIOS



**Pontificia Universidad  
Católica del Ecuador**  
Seréis mis testigos

LABORATORIO DE RESISTENCIA DE  
MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS,  
PAVIMENTOS Y GEOTÉCNICA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**ÁREA DE RESISTENCIA DE MATERIALES**  
**INFORME DE ENSAYO**  
**DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**  
**EN BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN**

**PROYECTO:** Tesis: Elaboración de Hormigones Aligerados con Inclusión de Fibras Vegetales en Proyectos de Arquitectura

**LOCALIZACIÓN:** Mitad del Mundo

**MUESTRA:** Tomada por el Cliente

**NORMA DE REFERENCIA:** NTE INEN 3096

**FÁBRICA:** .....

**DESCRIPCIÓN:** Bloque 15x20x40 cm

**SOLICITADO POR:** Damarys Jiménez

**FISCALIZACIÓN:** .....

**CONTRATISTA:** .....

**FECHA DE RECEPCIÓN:** 2023/01/05

**FECHA DE EMISIÓN:** 2023/01/13

**ORDEN DE TRABAJO:** 35280

**HOJA:** 7 de 10

Probeta N°	1	2	3
Identificación	187		
Fecha de fabricación	09/12/2022	09/12/2022	09/12/2022
Fecha de ensayo	09/01/2023	09/01/2023	09/01/2023
Edad (días)	31	31	31
Ancho promedio (mm)	153	152	152
Altura promedio (mm)	202	201	202
Longitud promedio (mm)	402	401	401
Espesor promedio de cara (mm)	23	23	23
Espesor promedio de tabique (mm)	23	24	23
Peso saturado con superficie seca (Kg)	16,04	16,23	15,94
Peso sumergido (Kg)	9,10	9,23	9,04
Peso seco (Kg)	15,12	15,23	14,99
Densidad (Kg/m³)	2178	2174	2173
Densidad promedio (Kg/m³)	2175		
Volumen neto (mm³)	6942000	7029000	6997000
Área neta (mm²)	34462	34866	34298
Área bruta (mm²)	81229	80662	80752
Porcentaje sólido (%)	56,3	57,2	56,3
Carga (N)	485680	443756	462321
Resistencia del área neta (MPa)	14,10	12,73	13,51
Resistencia Neta promedio (Mpa)	13,4		
Resistencia del área bruta (MPa)	7,53	7,28	7,61
Resistencia Bruta promedio (Mpa)	7,8		
Absorción (Kg/m³)	130	143	137
Absorción promedio (Kg/m³)	138		
Absorción (%)	6	7	6
Absorción promedio (%)	6		

**OBSERVACIONES:**

1MPa = 10,2 Kg/cm²

**NOTA:** Este informe de ensayo no debe ser reproducido parcialmente.

Ing. María Inés Calvo, M.Sc.  
RESPONSABLE DEL ÁREA

Ing. Jorge Albuja, M.Sc.  
COORDINADOR

"Solidarios en la construcción, excelencia en la calidad"

**Dirección:** Avenida 12 de Octubre y Alfredo Mena Caamaño  
**Código postal:** 170525 / **Teléfono:** (593-2) 299 1700 **Ext.** 1529 / **Correo:** lmc-puce@puce.edu.ec  
**Quito - Ecuador / www.puce.edu.ec**





**Pontificia Universidad  
Católica del Ecuador**  
Seréis mis testigos

LABORATORIO DE RESISTENCIA DE  
MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS,  
PAVIMENTOS Y GEOTÉCNICA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**ÁREA DE RESISTENCIA DE MATERIALES**  
**INFORME DE ENSAYO**  
**DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**  
**EN BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN**

**PROYECTO :** Tesis: Elaboración de Hormigones Aligerados con Inclusión de Fibras Vegetales en Proyectos de Arquitectura  
**LOCALIZACIÓN:** Mitad del Mundo  
**NUESTRA:** Tomada por el Cliente  
**NORMA DE REFERENCIA:** NTE INEN 3066

**SOLICITADO POR:** Damarys Jiménez  
**FISCALIZACIÓN:** .....  
**CONTRATISTA:** .....  
**FECHA DE RECEPCIÓN:** 2023/01/05  
**FECHA DE EMISIÓN:** 2023/01/13

**FABRICA:** .....  
**DESCRIPCIÓN:** Bloque 15x20x40 cm

**ORDEN DE TRABAJO:** 35280  
**HOJA:** 8 de 10

Prueba N°	1	2	3
<b>Identificación</b>	<b>MB</b>		
Fecha de fabricación	09/12/2022	09/12/2022	09/12/2022
Fecha de ensayo	09/01/2023	09/01/2023	09/01/2023
<b>Edad (días)</b>	<b>31</b>	<b>31</b>	<b>31</b>
Ancho promedio (mm)	152	152	150
Altura promedio (mm)	201	203	204
Longitud promedio (mm)	402	401	401
Espesor promedio de cara (mm)	24	24	24
Espesor promedio de tabique (mm)	24	24	24
Peso saturado con superficie seca (Kg)	15,02	15,24	14,76
Peso sumergido (Kg)	8,14	8,23	7,91
Peso seco (Kg)	13,87	14,62	13,52
Densidad (Kg/m³)	2017	2001	1960
<b>Densidad promedio (Kg/m³)</b>	<b>1999</b>		
Volumen neto (mm³)	6877000	7050000	6546000
Área neta (mm²)	34299	34612	33641
Área bruta (mm²)	60827	60676	60150
Porcentaje sólido (%)	56,4	57,0	55,9
Carga (N)	265689	268991	272119
Resistencia del área neta (MPa)	7,75	7,77	8,09
<b>Resistencia Neta promedio (Mpa)</b>	<b>7,9</b>		
Resistencia del área bruta (MPa)	4,37	4,43	4,52
<b>Resistencia Bruta promedio (Mpa)</b>	<b>4,4</b>		
Absorción (Kg/m³)	107	173	175
<b>Absorción promedio (Kg/m³)</b>	<b>172</b>		
Absorción (%)	8	9	9
<b>Absorción promedio (%)</b>	<b>9</b>		

**OBSERVACIONES:** 1MPa = 10,2 Kg/cm<sup>2</sup>

**NOTA:** Este informe de ensayo no debe ser reproducido parcialmente.

Ing. María Inés Calvo, M.Sc.  
RESPONSABLE DEL ÁREA

Ing. Jorge Abuja, M.Sc.  
COORDINADOR

"Solidarios en la construcción, excelencia en la calidad"

**Dirección:** Avenida 12 de Octubre y Alfredo Mena Caamaño  
**Código postal:** 170525 / **Teléfono:** (593-2) 299 1700 **Ext.** 1529 / **Correo:** lmc-puce@puce.edu.ec  
**Quito - Ecuador / www.puce.edu.ec**

f t @ in y d





**Pontificia Universidad  
Católica del Ecuador**  
Seréis mis testigos

LABORATORIO DE RESISTENCIA DE  
MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS,  
PAVIMENTOS Y GEOTÉCNICA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**ÁREA DE RESISTENCIA DE MATERIALES**  
**INFORME DE ENSAYO**  
**DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**  
**EN BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN**

**PROYECTO:** Tesis: Elaboración de Hormigones Aligerados con Inclusión de Fibras Vegetales en Proyectos de Arquitectura

**SOLICITADO POR:** Damarys Jiménez

**LOCALIZACIÓN:** Mitad del Mundo  
**MUESTRA:** Tomada por el Cliente  
**NORMA DE REFERENCIA:** NTE INEN 3066

**FISCALIZACIÓN:** .....  
**CONTRATISTA:** .....  
**FECHA DE RECEPCIÓN:** 2023/01/05  
**FECHA DE EMISIÓN:** 2023/01/13

**FÁBRICA:** .....  
**DESCRIPCIÓN:** Bloque 15x20x40 cm

**ORDEN DE TRABAJO:** 35280  
**HOJA:** 9 de 10

Próbete N°	1	2	3
<b>Identificación</b>	<b>MR</b>		
Fecha de fabricación	09/12/2022	09/12/2022	09/12/2022
Fecha de ensayo	09/01/2023	09/01/2023	09/01/2023
<b>Edad (días)</b>	<b>31</b>	<b>31</b>	<b>31</b>
Ancho promedio (mm)	151	151	150
Altura promedio (mm)	201	202	196
Longitud promedio (mm)	401	402	402
Espesor promedio de cara (mm)	22	23	23
Espesor promedio de tabique (mm)	23	24	24
Peso saturado con superficie seca (Kg)	14,42	15,02	13,81
Peso sumergido (Kg)	7,68	8,08	7,27
Peso seco (Kg)	13,20	13,85	12,68
Densidad (Kg/m <sup>3</sup> )	1998	1995	1940
<b>Densidad promedio (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1964</b>		
Volumen neto (mm <sup>3</sup> )	6742000	6940000	6536000
Área neta (mm <sup>2</sup> )	33542	34442	33430
Área bruta (mm <sup>2</sup> )	60275	60426	60225
Porcentaje sólido (%)	55,6	57,0	55,5
Carga (N)	266141	258409	267242
Resistencia del área neta (MPa)	7,93	7,50	7,99
<b>Resistencia Neta promedio (Mpa)</b>	<b>7,8</b>		
Resistencia del área bruta (MPa)	4,42	4,28	4,44
<b>Resistencia Bruta promedio (Mpa)</b>	<b>4,4</b>		
Absorción (Kg/m <sup>2</sup> )	180	169	173
<b>Absorción promedio (Kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>174</b>		
Absorción (%)	9	8	9
<b>Absorción promedio (%)</b>	<b>9</b>		

**OBSERVACIONES:**

1MPa = 10,2 Kg/cm<sup>2</sup>

**NOTA:** Este informe de ensayo no debe ser reproducido parcialmente.

Ing. María Inés Calvo, M.Sc.  
RESPONSABLE DEL ÁREA

Ing. Jorge Albuja, M.Sc.  
COORDINADOR

*"Solidarios en la construcción, excelencia en la calidad"*

**Dirección:** Avenida 12 de Octubre y Alfredo Mena Caamaño  
**Código postal:** 170525 / **Teléfono:** (593-2) 299 1700 **Ext.** 1529 / **Correo:** lmc-puce@puce.edu.ec  
**Quito - Ecuador / www.puce.edu.ec**







**Pontificia Universidad  
Católica del Ecuador**  
Seréis mis testigos

LABORATORIO DE RESISTENCIA DE  
MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS,  
PAVIMENTOS Y GEOTÉCNICA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**ÁREA DE RESISTENCIA DE MATERIALES**  
**INFORME DE ENSAYO**  
**DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**  
**EN BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN**

**PROYECTO:** Tesis: Elaboración de Hormigones Aligerados con Inclusión de Fibras Vegetales en Proyectos de Arquitectura  
**SOLICITADO POR:** Damarys Jiménez

**LOCALIZACIÓN:** Mitad del Mundo  
**FISCALIZACIÓN:** .....

**MUESTRA:** Tomada por el Cliente  
**CONTRATISTA:** .....

**NORMA DE REFERENCIA:** NTE INEN 3066  
**FECHA DE RECEPCIÓN:** 2023/01/05  
**FECHA DE EMISIÓN:** 2023/01/13

**FÁBRICA:** .....

**DESCRIPCIÓN:** Bloque 15x20x40 cm  
**ORDEN DE TRABAJO:** 35280  
**HOJA:** 10 de 10

Prueba N°	1	2	3
Identificación	M10		
Fecha de fabricación	09/12/2022	09/12/2022	09/12/2022
Fecha de ensayo	09/01/2023	09/01/2023	09/01/2023
Edad (días)	31	31	31
Ancho promedio (mm)	150	150	150
Altura promedio (mm)	202	201	199
Longitud promedio (mm)	401	400	401
Espesor promedio de cara (mm)	23	23	23
Espesor promedio de labio (mm)	24	24	24
Peso saturado con superficie seca (Kg)	16,17	16,05	14,87
Peso sumergido (Kg)	9,12	9,04	8,37
Peso seco (Kg)	15,09	14,97	13,85
Densidad (Kg/m³)	2141	2136	2098
Densidad promedio (Kg/m³)	2125		
Volumen neto (mm³)	7050000	7020000	6904000
Área neta (mm²)	34968	34950	33180
Área bruta (mm²)	60150	60000	60150
Porcentaje sólido (%)	58,2	58,3	55,2
Carga (N)	277630	252548	266421
Resistencia del área neta (MPa)	7,94	7,22	8,03
<b>Resistencia Neta promedio (Mpa)</b>	<b>7,7</b>		
Resistencia del área bruta (MPa)	4,62	4,21	4,43
<b>Resistencia Bruta promedio (Mpa)</b>	<b>4,4</b>		
Absorción (Kg/m³)	153	154	154
<b>Absorción promedio (Kg/m³)</b>	<b>154</b>		
Absorción (%)	7	7	7
<b>Absorción promedio (%)</b>	<b>7</b>		

**OBSERVACIONES:**

1MPa = 10,2 Kg/cm<sup>2</sup>

**NOTA:** Este informe de ensayo no debe ser reproducido parcialmente.

Ing. María Inés Carvo, M.Sc.  
RESPONSABLE DEL ÁREA

*"Solidarios en la construcción, excelencia en la calidad"*



Ing. Jorge Albuja, M.Sc.  
COORDINADOR

**Dirección:** Avenida 12 de Octubre y Alfredo Mena Caamaño  
**Código postal:** 170525 / **Teléfono:** (593-2) 299 1700 Ext. 1529 / **Correo:** lmc-puce@puce.edu.ec  
**Quito - Ecuador / www.puce.edu.ec**





Quito, 2023