



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL**  
**FACULTAD DE INGENIERIA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCION**

**CARRERA INGENIERIA CIVIL**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**  
**INGENIERO CIVIL**

**TEMA:**

**“DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE BLOQUE ALIVIANADO UTILIZANDO ARENA**  
**VOLCÁNICA, POLICARBONATO Y CENIZA DEL BAGAZO DE LA CAÑA DE**  
**AZÚCAR”**

**TUTOR**

**MSC. CARLOS LUIS VALERO FAJARDO**

**AUTORES:**

**PAUCAR PIVAQUE CHRISTOPHER JESÚS**

**VERA HILACA CESAR DOMINGO**

**GUAYAQUIL, 2022**



<b>REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA</b>	
<b>FICHA DE REGISTRO DE TESIS</b>	
<b>TÍTULO Y SUBTÍTULO:</b> Diseño de un prototipo de bloque alivianado utilizando arena volcánica, policarbonato y ceniza del bagazo de la caña de azúcar	
<b>AUTOR/ES:</b> Paucar Pivaque Christopher Jesus Vera Hilaca Cesar Domingo	<b>REVISORES O TUTORES:</b> Tutor: Msc Carlos Luis Valero Fajardo
<b>INSTITUCIÓN:</b> Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil	<b>Grado obtenido:</b> Ingeniero Civil
<b>FACULTAD:</b> Ingeniería, Industria y Construcción	<b>CARRERA:</b> INGENIERIA CIVIL
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b> 2022	<b>N. DE PAGS:</b> 68
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b> Arquitectura y Construcción	
<b>PALABRAS CLAVE:</b> Bloque, caña de azúcar, policarbonato, arena, agua.	

## **RESUMEN:**

Los bloques son considerados como elementos estructurales de mampostería utilizados para paredes en edificaciones conformados por materiales como el cemento portland, grava, arena y agua, el peso muerto creado por las paredes en las edificaciones es de vital importancia al ajustarse las dimensiones de la edificación según sea el caso del peso.

Se desarrolla la planificación del análisis para conocer los resultados de nuestra propuesta y dar una respuesta a la hipótesis planteada:

Determinar la dosificación utilizando arena volcánica, polícarbonato, ceniza del bagazo de la caña de azúcar como agregado en la elaboración del bloque partiendo de un diseño de hormigón hidráulico tradicional con una resistencia de 240 kg/ cm<sup>2</sup>.

Con la dosificación establecida del hormigón hidráulico de 240 kg/cm<sup>2</sup>, se adiciona en forma porcentual el 10,15,20,30 % de los tres materiales arena volcánica, polícarbonato, ceniza del bagazo de la caña de azúcar.

Se mide en el laboratorio por medio de prensa hidráulica y balanza, la resistencia y peso de cada bloque elaborado de acuerdo a los días de ensayos que son a los 7 días, 14 días y 28 días.

Se compara los resultados de los ensayos de resistencia y peso del bloque tradicional y el bloque modificado.

Utilizando la dosificación del hormigón tradicional de 240 kg/ cm<sup>2</sup> y adicionando los agregados arena volcánica, polícarbonato, ceniza del bagazo de la caña de azúcar en porcentajes de 10,15,20,30 realizados los ensayos de compresión al bloque. Obtuvimos una resistencia a los 28 días promedio de 1,8 MPA. considerando la norma INEN 3066, en la cual establece de acuerdo a la tabla la clasificación de los bloques por resistencia el nuestro estaría en clasificación C.

N. DE REGISTRO (en base de datos):

N. DE CLASIFICACIÓN:

<b>DIRECCIÓN URL (tesis en la web):</b>		
<b>ADJUNTO PDF:</b>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>CONTACTO CON AUTOR/ES:</b>  Paucar Pivaque Christopher Jesús  Vera Hilaca Cesar Domingo	<b>Teléfono:</b>  0994065314  0994886132	<b>E-mail:</b>  cesarverah1@hotmail.com  pchristopher1989@hotmail.com
<b>CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:</b>	<b>Nombres:</b> Mgs. Ing. Milton Andrade Laborde  <b>Teléfono:</b> 042596500 Ext. 210  <b>E-mail:</b> mandradel@ulvr.edu.ec	

## CERTIFICADO DE ORIGINALIDAD ACADÉMICA

DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE BLOQUE ALIVIANADO UTILIZANDO  
ARENAVOLCÁNICA, POLICARBONATO Y CENIZA DEL BAGAZO DE  
LA CAÑA DE AZÚCAR

por Christopher Jesús Paucar Pivaque & Cesar Domingo Vera  
Hilaca

**Fecha de entrega:** 07-feb-2022 02:06p.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 1757059441

**Nombre del archivo:** Tesis\_Paucar-Vera, \_2022-

FINAL\_FIRMADA\_POR\_LOS\_AUTORES-16-65.pdf (1.44M)

**Total, de palabras:** 10420

**Total, de caracteres:** 53010

### INFORME DE ORIGINALIDAD

3%

INDICE DE SIMILITUD

6%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

3%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

1

[repositorio.puce.edu.ec](https://repositorio.puce.edu.ec)

Fuente de Internet

1%

2

[cict.umcc.cu](https://cict.umcc.cu)

Fuente de Internet

1%

3

[documentop.com](https://documentop.com)

Fuente de Internet

<1%

4

[idoc.pub](https://idoc.pub)

Fuente de Internet

<1%

5

[www.ecuadorconstruccion.com](https://www.ecuadorconstruccion.com)

Fuente de Internet

<1%

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 40 words

Excluir bibliografía

Activo

Tutor:



Mg. Ing. Carlos Luis Valero Fajardo

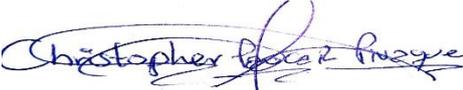
C.I. 0925766461

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES**

Los estudiantes egresados **CHRISTOPHER JESUS PAUCAR PIVAQUE** y **VERA HILACA CESAR DOMINGO**, declaramos bajo juramento, que la autoría del presente proyecto de investigación, **DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE BLOQUE ALIVIANADO UTILIZANDO ARENA VOLCANICA, POLICARBONATO Y CENIZA DEL BAGAZO DE LA CAÑA DE AZUCAR**, corresponde totalmente a los suscritos y nos responsabilizamos con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

De la misma forma, cedemos los derechos patrimoniales y de titularidad a la **UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL**, según lo establece la normativa vigente.

Autor(es)

**Firma:** 

**Cristopher Jesús Paucar Pivaque**

**CI: 0927198333**

**Firma:** 

**Cesar Domingo Vera Hilaca**

**C.I: 0918065863**

## CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Proyecto de Investigación: **“DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE BLOQUE ALIVIANADO UTILIZANDO ARENA VOLCANICA, POLICARBONATO Y CENIZA DEL BAGAZO DE LA CAÑA DE AZUCAR”**, designado(a) por el Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción - Carrera Ingeniería Civil de la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil.

### CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado en todas sus partes el Proyecto de Investigación titulado **Investigación “DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE BLOQUE ALIVIANADO UTILIZANDO ARENA VOLCANICA, POLICARBONATO Y CENIZA DEL BAGAZO DE LA CAÑA DE AZUCAR”**, presentado por los estudiantes **Christopher Jesús Paucar Pivaque y Cesar Domingo Vera Hilaca** como requisito previo, para optar al Título de INGENIERO CIVIL, encontrándose apto para su sustentación.

Firma:



**MSC CARLOS LUIS VALERO FAJARDO**

**C.I. 0925766461**

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero expresar mi gratitud a Dios, quien con su bendición llena siempre mi vida y a toda mi familia por estar siempre presentes.

También quedo agradecido a la universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, a la Facultad de Ingeniería, industria y construcción carrera Ingeniería Civil, a los excelentes profesionales y profesores quienes con la enseñanza y conocimientos hicieron que pueda crecer día a día como profesional, gracias a cada uno de ustedes por su paciencia, dedicación y apoyo incondicional.

Concluyo expresando mi más grande y sincero agradecimiento al Msc. Carlos Luis Valero Fajardo principal colaborador durante todo este proceso, quien con su dirección, conocimiento, enseñanza y colaboración permitió el desarrollo de este trabajo de tesis.

**Christopher Jesús Paucar Pivaque**

## **DEDICATORIA**

Esta tesis está dedicada a: Dios.

A mis padres: Yefferson Paucar y Pilar Pivaque, quienes a pesar de tantas adversidades me han dado su apoyo incondicional para todo este largo camino que eh emprendido para ser profesional y vida personal.

A mi esposa Annie Castro, hijos Josías, Martina, Eitham Paucar por que siempre han estado en todas estas etapas de altos y bajas que ha sido los estudios para lograr el título en mención, A toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

Finalmente quiero dedicar esta tesis a la memoria de mi hijo Abraham Jesús Paucar Del Peso el cual partió de este mundo en medio de este camino de la carrera para lograr el título.

**Christopher Jesús Paucar Pivaque**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios.

De igual manera, mis agradecimientos a la Universidad Laica Vicente Roca fuerte- Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción - Carrera Ingeniería Civil, sobre todo a los ingenieros docentes que con su don de enseñanza y conocimientos han ayudado a mi crecimiento profesional.

Finalmente, quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento al Msc. Carlos Luis Valero Fajardo, director de esta tesis, por haber entregado sus conocimientos y enseñanza para la preparación de este trabajo de investigación.

**Cesar Vera Hilaca**

## **DEDICATORIA**

Esta tesis está dedicada a la memoria de mi padre el Ing. Domingo Vera, a mi madre Consuelo Hilaca quienes con su esfuerzo y paciencia me han permitido llegar hoy a una meta más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y perseverancia.

A mis hermanos, por su apoyo incondicional, durante toda la carrera, por estar conmigo en todo momento gracias. A toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis proyectos y metas.

A mi compañera de vida que en más de una vez necesite su ayuda y siempre me dio su mano sin importar las malas noches ni las circunstancias.

Finalmente quiero dedicar esta tesis a la memoria de un gran amigo y a todos los que me acompañaron y me supieron extender su mano en este camino.

**Cesar Vera Hilaca**

## INDICE GENERAL

FICHA DE REGISTRO DE TESIS.....	ii
CERTIFICADO DE ORIGINALIDAD ACADÉMICA .....	v
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES.....	vi
CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR.....	vii
AGRADECIMIENTO.....	viii
DEDICATORIA .....	viii
AGRADECIMIENTO.....	ix
DEDICATORIA .....	ix
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I .....	3
1.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACION .....	3
1.1.1. Tema.....	3
1.2. Planteamiento del problema.....	3
1.3. Formulación del problema .....	4
1.4. Objetivos de la investigación.....	4
1.4.1. Objetivo general.....	4
1.4.2. Objetivos específicos.....	4
1.5. Justificación .....	4
1.6. Delimitación del problema .....	5
1.7. Hipotesis.....	5
1.8. Línea de investigación institucional/facultad .....	5
CAPITULO II .....	6
2. Marco Teórico .....	6
2.1. Antecedentes.....	6
2.2. Hormigón.....	11

2.3.	Agregados.....	12
2.4.	Cemento.....	13
2.5.	Mortero.....	14
2.6.	Arena.....	15
2.7.	Agua.....	16
2.8.	Arena volcánica.....	16
2.9.	Ceniza del bagazo de caña de azúcar (CBCA).....	17
2.10.	El Policarbonato.....	18
2.11.	Bloque.....	19
2.12.	Marco conceptual.....	24
2.13.	Marco Legal.....	25
	CAPITULO III.....	29
3.	Metodología de la investigación.....	29
3.1.	Enfoque.....	29
3.2.	Alcance de la investigación.....	29
3.3.	Técnicas de la investigación.....	29
3.4.	Población.....	30
3.4.1.	Población de estudio:.....	30
3.5.	Tipos de Muestra.....	30
3.6.	Presentación de análisis de resultados.....	30
3.7.	Propuesta: Diseño de un prototipo de bloque alivianado utilizando arena volcánica, policarbonato y cenizas del bagazo de la caña de azúcar como agregados.....	31
3.8.	Conclusiones.....	47
3.9.	Recomendaciones.....	48
4.	Bibliografía.....	49

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características gradación.....	15
Tabla 2. Clasificación de bloques de acuerdo a su uso.....	20
Tabla 3. Clasificación de los bloques y resistencia mínima a la compresión. ....	21
Tabla 4. INEN 3066 .....	22
Tabla 5. Dosificación.....	42
Tabla 6. Dosificación de muestras.....	43
Tabla 7. Resultados de ensayos a la resistencia de los bloques elaborados en el laboratorio.	44
Tabla 8. NORMA INEN 3066.....	45

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Arena volcánica.....	17
Figura 2: Estructura del bloque.....	21
Figura 3: Policarbonato.....	32
Figura 4: Arena volcánica.....	33
Figura 5: Ceniza bagazo caña de azúcar .....	33
Figura 6: Materiales para el hormigón .....	34
Figura 7: Preparación material mezcla de hormigón .....	34
Figura 8: Adición de materiales para el hormigón .....	35
Figura 9: Mezcla con el material propuesto .....	35
Figura 10: Elaboración de bloque con material propuesto .....	36
Figura 11: Bloques elaborados (12).....	36
Figura 12: Bloques elaborados con materiales propuestos.....	37
Figura 13: Bloques secándose.....	37
Figura 14: Rotura de bloques elaborados en sitio (laboratorio) con materiales propuestos. ...	40
Figura 15: Rotura de bloques con materiales propuestos.....	40
Figura 16: Rotura de bloques con materiales propuestos.....	41
Figura 17: Rotura de bloques con materiales propuestos.....	41
Figura 18: Presentación de falla.....	41
Figura 19: Control de peso de los bloques.....	46

## INTRODUCCIÓN

Los bloques son considerados como elementos estructurales de mampostería utilizados para paredes en edificaciones conformados por materiales como el cemento portland, grava, arena y agua. El peso muerto creado por las paredes en las edificaciones es de vital importancia al ajustarse las dimensiones de la edificación según sea el caso del peso.

Para nuestro proyecto de investigación se analizará el diseño de un bloque tradicional y el diseño de un bloque adicionando tres materiales como son la arena volcánica, el policarbonato y la ceniza del bagazo de la caña de azúcar su resistencia y peso con el fin de proponer una alternativa de diseño que nos permita bajar el peso del bloque manteniendo su resistencia

En el capítulo uno, se plantea el problema que generan los bloques por su peso y resistencia; al mismo tiempo se propone una solución utilizando la arena volcánica, el policarbonato y la ceniza del bagazo de la caña de azúcar como agregados en el hormigón para bajar el peso del bloque y mantener la resistencia. Se propone como objetivo la elaboración de un bloque con los materiales expuestos y analizar el desempeño de estos por medio de ensayos de compresión en los laboratorios. Se justifica la parte teórica, práctica, metodológica y ambiental.

En el capítulo dos, se hacen referencias de autores que generaron ensayos de hormigón alivianado con diferentes materiales con el fin de bajar el peso en el hormigón. Se especifica los materiales para la elaboración del bloque y se detalla los materiales que se les va adicionar a la mezcla de hormigón, la arena volcánica, el policarbonato y la ceniza del bagazo de la caña de azúcar para la elaboración del bloque. En este caso, se compara los resultados por medio de las Normas INEN y el marco legal de nuestra Constitución.

En el capítulo tres, se detalla la parte metodológica de nuestro proyecto, el que es de tipo exploratorio porque se analizará el desempeño de los tres materiales: la arena volcánica, el policarbonato y la ceniza del bagazo de la caña de azúcar. Los resultados se los medirá por medio de ensayos a la compresión por medios cuantitativos de acuerdo al enfoque de la investigación.

Se analizará la propuesta del prototipo del bloque adicionado en el hormigón. Se elaborará un bloque tradicional y bloques con diferentes dosificaciones adicionando los tres materiales: la arena volcánica, el policarbonato y la ceniza del bagazo de la caña de azúcar. Posteriormente, se medirán los resultados por medio de ensayos y se establecerá el peso de cada bloque elaborado.

# CAPÍTULO I

## 1.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACION

### 1.1.1. Tema

Diseño de un prototipo de bloque alivianado utilizando arena volcánica, policarbonato y cenizas del bagazo de la caña de azúcar como agregados.

## 1.2. Planteamiento del problema

En 1833 fueron construidos los primeros bloques macizos, 20 años después de este periodo se elaboraron los primeros bloques huecos por el constructor ingles Frear, quien se dedicó a construir la primera fábrica de bloques.

En el año de 1890 en Los Estados Unidos de Norteamérica se elaboraron los bloques de hormigón por Hermón. S. Palmer y patentado en el año 1900.

En el Ecuador la producción de bloques se viene dando desde años atrás por medio de equipos de volteo el cual es un método muy simple de producción.

El bloque es un elemento estructural producido con cemento, agregados gruesos, finos, agua con dimensiones en forma de rectángulo con cierta densidad establecida. Al tener una densidad establecida significa que tienen un peso establecido dentro de la estructura de una edificación.

El propósito de nuestro proyecto de titulación es bajar la densidad de los bloques convencionales adicionando materiales de baja densidad como es la arena volcánica, policarbonato, ceniza del bagazo de la caña de azúcar como agregado y mejorar la resistencia, durabilidad del bloque (Vásquez Hernández, Botero , & Carvajal, 2015).

La investigación será experimental con un enfoque cuantitativo al generar una mezcla con diferentes elementos para crear un bloque con determinada especificación de acuerdo a las normas. Los ensayos se los realizará en los laboratorios de la Universidad de Guayaquil.

### **1.3. Formulación del problema**

¿De qué manera influye la utilización de arena volcánica, policarbonato, ceniza de bagazo de la caña de azúcar como agregado en el peso del bloque?

### **1.4. Objetivos de la investigación**

#### **1.4.1. Objetivo general**

Elaborar un bloque utilizando arena volcánica, policarbonato, ceniza del bagazo de la caña de azúcar como agregado en la mezcla de mortero para bajar el peso y mantener la resistencia de acuerdo a las especificaciones INEN.

#### **1.4.2. Objetivos específicos**

1. Determinar la dosificación utilizando arena volcánica, policarbonato, ceniza del bagazo de la caña de azúcar como agregado en la elaboración del bloque.
2. Establecer la resistencia para la elaboración de un bloque alivianado con arena volcánica, policarbonato, ceniza del bagazo de la caña de azúcar.
3. Contrastar los resultados de los ensayos de resistencia y peso del bloque tradicional y el bloque con arena volcánica, policarbonato, ceniza del bagazo de la caña de azúcar.

### **1.5. Justificación**

Para nuestro proyecto de investigación se justifica la parte teórica al analizar el diseño de un bloque tradicional su resistencia y peso con el fin de proponer una alternativa de diseño que nos permita bajar el peso del bloque manteniendo su resistencia o mejorarla por medio de la adición de materiales como son la arena volcánica, el policarbonato y la ceniza del bagazo de la caña de azúcar

En lo práctico se parte de la elaboración de un bloque tradicional con un diseño de hormigón tradicional para nuestro caso sería de una resistencia de 240 Kg/ cm<sup>2</sup> ,al obtener la dosificación del hormigón ,se adicionaría diferentes cantidades del material propuesto como son la arena volcánica, el policarbonato y la ceniza del bagazo de la caña de azúcar para la

elaboración del prototipo de bloque con los materiales adicionados, para luego por medio de ensayos de resistencia contrastar los resultados y los pesos de los bloques.

Nuestra justificación metodológica sería a partir de una técnica exploratoria al mezclar los materiales en el hormigón por medio de la dosificación y medir los resultados por medio de ensayos de compresión en el laboratorio utilizando prensa hidráulica el cual nos daría un enfoque cuantitativo en la parte metodológica.

En la parte ambiental se justifica utilizar la arena volcánica, el policarbonato y la ceniza del bagazo de la caña de azúcar como material para la elaboración de bloque al ser considerados como material contaminante de esta forma mitigar el impacto ambiental creados por los mismos.

## **1.6. Delimitación del problema**

- **Área:** Ingeniería Civil
- **Campo:** Educación Superior. Tercer nivel de grado
- **Tema:** Diseño de un prototipo de bloque alivianado utilizando arena volcánica, policarbonato y cenizas del bagazo de la caña de azúcar como agregados.
- **Delimitación espacial:** Guayaquil-Ecuador
- **Delimitación temporal:** 6 meses

## **1.7. Hipotesis**

Utilizando la arena volcánica, policarbonato, ceniza del bagazo de la caña de azúcar como agregados, el bloque baja su peso y mantiene la resistencia de acuerdo norma INEN 3066.

## **1.8. Línea de investigación institucional/facultad**

La línea institucional de esta investigación es territorio, medio ambiente y materiales innovadores para la construcción.

La línea de investigación de la facultad en la cual se inserta este trabajo de investigación es materiales de construcción.

## CAPITULO II

### 2. Marco Teórico

#### 2.1. Antecedentes

En la tesis titulada “Estudio de factibilidad técnica y económica en la fabricación de bloques a partir de la ceniza del bagazo de la caña de azúcar” de la Universidad Politécnica Salesiana del Ecuador indica que “(...) metodología y técnicas de comprobación aceptados por normas INEN en la construcción de adoquines, a producción eficiente y sostenible de la caña de azúcar permite descubrir nuevos campos de aplicación de los desechos, que estos antes se ignoraban y quemaban” (Peláez, 2020).

En la tesis titulada “Mejoramiento de las propiedades físicas de los bloques de concreto tradicionales utilizando cáscara de maní y bagazo de caña de azúcar en su elaboración” de la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil - Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción- Carrera de Diseño expresa que “(...) la implementación de materiales reciclables (cáscara de maní y bagazo de caña de azúcar) que le proporcionan al bloque excelentes propiedades físicas aptas para ser utilizados en la elaboración de paredes divisorias, muros y losas, con la utilización de estos materiales no tradicionales (...)” (Castro Véliz y Morales Peralta, 2017).

En la tesis titulada “Determinación de la influencia del bagazo de caña de azúcar como agregado orgánico en la resistencia a la compresión de bloques para mampostería liviana” de la Universidad Técnica de Ambato- Facultad de Ingeniería Civil, expone que:

El propósito de usar fibras de bagazo de caña como agregado orgánico en la elaboración de mampostería liviana, responde a la necesidad de fomentar el uso de materiales alternativos, además de mejorar las características físicas y mecánicas de los bloques tradicionales. Para este trabajo experimental se preparó una mezcla de fibras de bagazo y una dosificación elaborada para bloques de mampostería liviana que cumplan con los requisitos establecidos en las normas INEN 316 [1], 639 [2] y 643 [3]: Bloques Tipo E de dimensiones nominales 40cm x 20cm x 15cm. Las fibras fueron tratadas mediante flujo de agua continuo para la eliminación de los azúcares propios de la caña, luego fueron cortadas para obtener longitudes de fibra de 1” y 2”, las cuales se distribuyeron dentro de la mezcla de forma homogénea en porcentajes entre 0.5% y 2.0% en función

del peso del cemento. Respecto a las propiedades del hormigón fresco con fibras añadidas, se observaron variaciones relativamente bajas en relación a las presentadas por el hormigón utilizado para las muestras de control. Tanto trabajabilidad, como consistencia, se vieron afectadas notablemente con la adición de los porcentajes máximos de fibras, especialmente en aquellos con fibras de mayor longitud. Se encontró una clara disminución de peso conforme se aumentaba el porcentaje de bagazo en los bloques. La capacidad de absorción de agua sufrió un claro aumento en relación a la adición de las fibras. Los resultados de los ensayos de resistencia a la compresión mostraron que las fibras de bagazo de 1” en concentraciones del 0,5% al 0,75% son adecuadas para el uso como agregado orgánico para bloques alivianados (Narvèez, 2017).

En la tesis “Utilización de la ceniza de Bagazo de caña de azúcar (CBCA) como sustituto porcentual de cemento en la elaboración de ladrillos de cemento en la elaboración de ladrillos de concreto” de la Universidad Nacional del Santa de Chimbote, Perú- carrera de Ingeniería Civil, explica que “(...) medir características de ladrillo de concreto tanto como mecánicas y físicas con adición de ceniza de 10% CBCA, 20% CBCA y 30% CBCA, (...). Se utilizó las cenizas como reemplazos puzolánicos (...) minimizar la utilización de cemento en la elaboración del ladrillo de concreto” (Jara Rodríguez y Palacios Ambrocio, 2015).

Los autores (Jara Rodríguez y Palacios Ambrocio, 2015) en su trabajo de titulación, indican que:

Las unidades de ladrillos de concreto con adición de ceniza de 10% CBCA, 20% CBCA y 30% CBCA se le realizó ensayos mecánicos y físicos en laboratorio a los 28 días, los ensayos mecánicos de compresión axial y compresión diagonal. El ensayo de compresión de las unidades de ladrillo de concreto la unidad de ladrillo con 10% CBCA tiene ensayo compresión 50.54 kg/cm<sup>2</sup> aumento de manera significativa, la unidad de ladrillo con 20% obtuvo ensayo compresión de 38.73 kg/cm<sup>2</sup> no aumento y la unidad ladrillo con 30% obtuvo ensayo compresión de 35.65 kg/cm<sup>2</sup> no aumento, empezó a disminuir. Las tres adiciones de muestra de ceniza de bagazo de la caña de azúcar las cuales son 10% CBCA, 20% CBCA y 30% CBCA, se concluyó que la unidad de ladrillo de concreto con 10% CBCA tiene una absorción de 7.92%, ladrillo concreto con 20% obtuvo una absorción de 8.76% y ladrillo concreto con 30% obtuvo una absorción de 9.24%, no sobrepaso el 22% establecido por la Norma E-070. Las tres adiciones de

muestra, las cuales son 10% CBCA, 20% CBCA y 30% CBCA, se concluyó que la unidad de ladrillo de concreto con 10% CBCA tiene un alabeo de concavidad 1.90 mm – convexidad 2.20 mm, ladrillo concreto 20% tiene un alabeo de concavidad 1.80 mm – convexidad 2.60 mm y ladrillo concreto 30% tiene alabeo de concavidad 2.10 mm – convexidad 3.00 mm, no sobrepasó el alabeo de 10.00 mm establecido por la Norma E-070. Se concluyó que la unidad de ladrillo de concreto con adición de 10% CBCA se comportó de manera óptima respecto a los ensayos mecánicos y físicos.

En la tesis “Ceniza de bagazo de caña de azúcar como sustituto parcial de cemento portland en la elaboración de concreto  $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ ” de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Perú - carrera de Ingeniería Civil, el objetivo principal indica que “el análisis de la utilización de componentes poco convencionales en la función de la elaboración de concreto, siendo este, un componente principal en los elementos estructurales de una edificación que se encuentran sometidos a fuerzas axiales de compresión, (...)” (Arana Yoplac, 2018).

A su vez, volver a usar de caña de azúcar, su bagazo se convertirá en cenizas, siendo utilizado de forma que sustituirá al portland que es un cemento la elaboración de asfalto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  se intentará reducir cantidad, usado para la mezcla de asfalto y el aumento de la compresión como resistencia del mismo (Arana Yoplac, 2018).

La metodología empleada consiste en disminuir cantidad adecuada del quemado de bagazo obtener ceniza, que reemplazar forma parcial del cemento portland en la creación de un asfalto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , se aplicó el diseño experimental de tipo factorial de dos factores (Arana Yoplac, 2018).

El aporte de Arana Yoplac (2018) dice que, para obtener mejores resultados con un mayor nivel de exactitud se recomienda:

Establecer un mecanismo de manejo que inicie en el mecanismo de obtención de la base de materiales realizando selecciones del material a usar, así mismo, antes y después del mecanismo de calcinar el bagazo, el mismo que se aconseja realizarlo en hornos a temperatura controlada, descartando luego de este proceso los posibles desechos e impurezas materiales que no se calcinan en su totalidad, a su vez para futuras investigaciones a realizar haciendo uso de la ceniza se aconseja trabajar a través de porcentajes que se encuentren en los intervalos de 6 y 8% de CBCA, los cuales según

los resultados de la presente investigación obtuvieron grandes resultados de compresión y su resistencia.

Después de realizados los ensayos de compresión se pudo observar como resultado lo siguiente ,con el reemplazo de la ceniza del bagazo de la caña de azúcar en porcentajes como el 10% y 6 % la resistencia disminuyó notablemente en los ensayos de roturas a los 14 y 28 días dando resultados contrarios al uso de la ceniza de bagazo de la caña de azúcar reemplazando un 10 % cantidades con la cual la resistencia adquiere los resultados deseados teniendo como referencia las características cementante del bagazo de la caña de azúcar muy parecidas a la del cemento portland (Arana Yoplac, 2018).

En la parte estructural de una obra civil construidas de hormigón hidráulico se beneficiaría los costos de producción al utilizar la ceniza del bagazo de la caña de azúcar en reemplazo de los materiales tradicionales de un 6,8 ,10 por ciento ,generando un beneficio económico en la parte constructiva de la obra al comparar los costos de un hormigón tradicional vs un hormigón en el cual se reemplaza los materiales por porcentajes con la ceniza del bagazo de la caña de azúcar (Arana Yoplac, 2018).

Según Santiago R, M., Ramírez M, A y Castillo M, J (2019) establece un método constructivo para la elaboración de un bloque resistente y práctico por medio de los ensayos de laboratorio determinar su esfuerzo axial utilizando residuos de arcilla zeolita triturada con arena volcánica, se elaboraron 25 muestras con granulometrías diferentes para posteriormente realizar a los 28 días los ensayos correspondientes de compresión considerando la norma vigente.

Usando las técnicas de manufactura de tabicones convencionales, se obtuvo resultados donde al mezclar zeolita triturada con tepezil y cemento portland (compuesto como aglutinante), se obtiene un bloque constructivo regular y estable. Durante los ensayos se notó la resistencia mecánica a la compresión hace a los tabicones de cantera-tepezil (MaG-I) una opción real para la construcción de edificaciones (Santiago R, M., Ramírez M, A y Castillo M, J, 2019).

Según Rodríguez Chico (2017) expresa lo siguiente realizados los ensayos con diferentes cantidades de material como es el poliestireno expandido en el hormigón hidráulico y midiendo las dosificaciones de cada uno en la elaboración de los bloque, los cuales fueron sometidos a ensayos de resistencia se logró el bloque idóneo para el campo de la construcción en especial el área de mampostería obteniendo como resultado una resistencia de 6,15MPA,al

comparar su densidad y resistencia con los bloques tradicionales se llegó a la conclusión que el hormigón si presento baja densidad en comparación con el tradicional ,la resistencia fue mejorada y aceptada al tener 6,15 MPA

Los hormigones livianos son aquellos que poseen características propias y que de acuerdo a métodos planificados han hecho que su peso sea más ligero que el hormigón convencional (cemento, grava y arena), el cual, durante muchos años, el sector de la construcción lo ha considerado como el material principal. De acuerdo a su peso que es inferior a El hormigón liviano fue clasificado e identificado durante mucho tiempo por la densidad, ya que es inferior a 2400 kg/m<sup>3</sup>, peso que fluctúa el hormigón normal (Bustamante Medina y Diaz Salcedo, 2017)

Si se considera que el peso de un hormigón tradicional es de 2400 kg/m<sup>3</sup> al compararlo con un hormigón alivianado este presenta menor peso o menor densidad, se lo clasifica como un hormigón liviano, en el área de la construcción es muy necesario bajar el peso del hormigón hidráulico ya que de este depende los dimensionamientos de la obra civil, el desempeño de hormigón hidráulico es alivianar en cierta forma toda su estructura igual está conformado por elementos que bajan su densidad.

La característica más evidente del hormigón liviano es su peso porque al tener menor densidad se reduce la carga muerta, hay mayor rapidez de construcción y sobre todo menores costos de transporte. Además, se ha demostrado que utilizándolo se logra menos tiempo de ejecución en la obra, que si se utilizaran materiales tradicionales.

Otra característica ventajosa es que posee una conductividad térmica relativamente baja debido a su densidad. Por ejemplo, cuando se quiere ahorrar en energía, el hormigón liviano ayuda a mantener el ambiente, lo que conlleva a un ahorro en las facturas de energía eléctrica. Su baja conductividad térmica mejora el ambiente y mantienen una temperatura confortable dentro de ellos (Bustamante Medina y Diaz Salcedo, 2017).

En la tesis “Estudio exploratorio en diseño de mezclas del concreto cemento-arena liviano empleando perlitas de poliestireno, arcilla expandida y agregado fino de la cantera Irina Gabriela, Distrito San Juan Bautista, Iquitos 2018” de la Universidad Científica del Perú- Facultad de Ciencias e Ingeniería, Programa Académico de Ingeniería Civil. Explica que esta investigación tiene como:

Materia principal encontrar diseños óptimos para la elaboración de concretos livianos: Espuma de concreto, Concreto liviano no estructural y Concreto estructural de baja densidad; a base de poliestireno expandido o arcilla expandida. Los cuales cumplan con las densidades y resistencia a la compresión establecidas por el “Portland Cement Association” para ser considerados concretos livianos. (Barba Silva y García Sánchez, 2018)

Los materiales involucrados en la elaboración del concreto liviano en la presente tesis, fueron: arena de la cantera Irina Gabriela, cemento Portland Tipo I, perla de poliestireno, arcilla expandida y aditivos como supe plastificante e incorporado de aire. Aportando a esta investigación fundamentalmente aspectos teóricos y metodológicos en la parte técnica al encontrar diseños óptimos para la elaboración de concretos livianos comparando los diseños del hormigón tradicional con hormigón de baja densidad (Barba Silva y García Sánchez, 2018).

Según Toro y Villarreal (2019). Comparar un hormigón de peso normal VS un hormigón con adición de perlas de poliestireno expandido, para desarrollar este proyecto se elaboró un diseño de hormigón normal con su respectiva dosificación, para luego ir adicionando en cada dosificación diferentes cantidades de perlas de poliestireno expandido, se elaboraron 5 cilindros para su respectiva prueba de compresión a los 28 días dando como resultado un hormigón de resistencia óptima y de baja.

## **2.2. Hormigón**

El hormigón es uno de los materiales de construcción por excelencia, está formado por una mezcla de cemento, arena, agua y grava o piedra machacada. Dependiendo del uso que se le vaya a dar la mezcla se le pueden añadir aditivos (Romero Segura, 2020).

Sus características lo hacen moldeable ya que al amasarse con agua tenemos un compuesto semifluido que es capaz de moldearse a la perfección y sirve para por sus características semifluidas para rellenar huecos, cimientos, estructuras, losas, paredes, etc., y principalmente es adherente.

El hormigón adquiere, después de fraguar, una dureza similar al de las piedras; por lo tanto, es su dureza la que la ayuda a aguantar todo tipo de presión y peso que se le imponga, por sus enormes propiedades durante la construcción de edificios, es importante mencionar el peso que aguantan los pilares por los pisos superiores de la construcción.

Se define la estructura del hormigón de acuerdo a que “es una roca artificial fabricada a partir de piedras o agregados y una pasta de unión o argamasa, en diversos países se ha empleado diversos tipos de materiales extras para fabricar hormigón y darle ciertas propiedades físicas y mecánicas (...) (Romero Segura, 2020).

### **2.3. Agregados**

Los agregados son la combinación de arena, grava o roca triturada en su estado natural. Todos estos son llegan al resultado de un proceso natural en la que actúan el agua y el viento como agentes, y están en valles, montañas, etc. Todos en su estado natural, cada uno de ellos y de acuerdo a su naturaleza poseen una composición granular o fibrosa que, con preparación especial o sin ella han de ser unidos entre sí por un aglomerante, para conformar los hormigones y morteros (Correa Palagachi, 2020).

Debido a su importancia, los agregados ocupan del 85 al 90%, se deben compactar a través del cemento hidráulico, se formará un cuerpo sólido donde se dará gran valor a la limpieza y durabilidad del proceso.

Correa Palagachi (2020) en relación a cómo deben estar compuestos estos materiales para asegurar una óptima calidad dice que:

La limpieza implica que estén libres de arcillas, tierra negra, sedimentos y otros materiales orgánicos como raíces, cortezas, astillas de madera, hojas y otros materiales nocivos. La durabilidad implica que tengan partículas suaves o deleznales que se desintegren en el proceso de fabricación o al estar expuestas a las condiciones climáticas (...).

Para conocer el tamaño de los agregados, los que son muy importantes, se toma una muestra del agregado en estado seco y se la hace pasar por una serie de tamices. La composición de la granulometría de la muestra se expresa por cientos; sin olvidar que se encuentran en distintos tamaños durante su recolección. (Correa Palagachi, 2020).

Dicha proporción hace referencia a la cantidad de agua en los agregados como es del 1 hasta el 10 o 12 % en arenas normales, y hasta más del 30 % en arenas pómez. Si se proporciona

por masa (peso) deben pesarse mayores cantidades de material para compensar el agua (Sierra Guevara, 2014)

Para la cantidad de finos y gruesos que debe llevar una mezcla es importante especificar los límites de gradación y el tamaño del agregado. La gradación y el tamaño del agregado afectan la relativa proporción de los mismos, como también los requerimientos de cemento y agua, trabajabilidad, economía, porosidad y absorción de los bloques de concreto.

El módulo de finura es un índice numérico, proporcional al tamaño promedio de las partículas de un agregado dado; mientras más grueso es el agregado, mayor es el módulo de finura, y mientras más fino, menor es dicho módulo. Este se calcula sumando los porcentajes retenidos acumulados en los tamices estándares números: 100, 50, 30, 16, 8, 4, 3/8", 3/4", 1 1/2", 3", 6" y dividiendo la suma para 100.

El rango del módulo de finura de la arena es de 2.3 a 3.1. Si el módulo de finura de una arena es de 2.3 se trata de una arena fina; y si el módulo se encuentra entre 2.3 a 3.1 se trata de una arena mediana. Y si el módulo es mayor de 3.1 se trata de una arena gruesa.

Al considerar el módulo de finura y la gráfica de límites, se puede realizar el proporcionamiento de agregados tanto por volumen como por masa. Debe indicarse que el parámetro es útil para evaluar el consumo de pasta de cemento que se pueda emplear en morteros o concretos, porque dependiendo del tamaño de las arenas se requerirá más o menos pasta para rodear las partículas. Los agregados que se utilicen en la elaboración de los bloques de hormigón deben cumplir con los requisitos de la norma INEN 872 y además pasar por un tamiz de abertura nominal de 10mm (Civil, 2016)

## **2.4. Cemento**

El nombre de cemento Portland es por a su parecido con la piedra de Portland, la que se encontró en una cantera de Dorset, Inglaterra en 1824 y fue desarrollado por Joseph Aspin. "Conglomerante hidráulico" es la definición más precisa del cemento, ya que, al ser combinados con agua, y sometidos al aire libre o húmedos se fraguan y generan resistencia.

Existen más definiciones sobre la elaboración del cemento Portland. Según IECA (2017):

Un ligante hidráulico inorgánico, polifásico artificial, que se obtiene a partir de un producto intermedio denominado Clinker, el cual se produce mediante la cocción a, aproximadamente, 1480 °C, generalmente en hornos rotatorios, de una mezcla en proporciones preestablecidas de carbonato de calcio (caliza) y de un aluminosilicatos (arcillas o margas) u otros materiales de una composición global similar y con la reactividad suficiente, previamente molidos y homogeneizados. Durante el proceso de cocción se produce una fusión parcial y una recombinación de los componentes de las materias primas dando lugar a nódulos de Clinker de 5-50 ms. de diámetro, que esencialmente consisten en silicatos de calcio hidráulicos. Posteriormente el Clinker mezclado con un 5 % de yeso (sulfato de calcio deshidrato) se somete a un proceso de molienda del cual resulta el cemento portland.

El cemento portland debe cumplir con los respectivos requisitos químicos establecidos en la norma de ensayo aplicable que se basan prácticamente para que tengan una moderada resistencia y que no desarrolle una expansión superior al 0,020% a los 14 días. A modo de información y seguimiento, se debe realizar un ensayo de calor de hidratación a los 7 días, utilizando la NTE INEN199, por lo menos una vez cada seis meses.

Se empleará Cemento Portland tipo I, bajo la Norma INEN 152 (ASTM C-150) o tipo 1P, 1PM, P bajo la Norma INEN 490 (ASTM 595) mientras el proyecto no defina uno específico.

Tipo I: Para ser utilizado cuando no se requieren las propiedades especiales especificadas para cualquier otro tipo.

## **2.5. Mortero**

El mortero es una pasta procesable que se prepara agregando la cantidad requerida de agua a una mezcla de material de unión o aglomerante (también llamada matriz) y agregado fino (adulterante), es útil para unir materiales de construcción como piedra o ladrillo, y como revoque para paredes (Salvatierra Espinoza y Valle Benitez, 2021)

## 2.6. Arena

Según las normativas vigentes INEN (2017), la arena se ha clasificado de la siguiente manera:

**Arena normalizada:** Arena de sílice, compuesta en su mayoría de granos de cuarzo casi puro, redondeados naturalmente. La arena normalizada debe cumplir los requisitos de la siguiente tabla, en lo que respecta a la gradación, a la fuente de arena, y a la ausencia de características indeseables que incorporen aire:

**Tabla 1.**

### Características gradación

Características: Gradación, porcentaje pasante del tamiz:	Arena 20 – 30	Arena Gradada
1,18 mm (No. 16)	100	100
850 $\mu\text{m}$ (No. 20)	85 a 100	
600 $\mu\text{m}$ (No. 30)	0 a 5	96 a 100
425 $\mu\text{m}$ (No. 40)		65 a 75
300 $\mu\text{m}$ (No. 50)		20 a 30
150 $\mu\text{m}$ (No. 100)		0 a 4
Diferencia en el contenido de aire en morteros elaborados con arena lavada y sin lavar, % máx. de aire a	2,0	1,5 b
Fuente de arena	Ottawa, IL o LeSuer, MN	Ottawa, IL

Esta determinación es necesaria cuando se sospecha la contaminación de la arena. La resistencia a la compresión en morteros según NTE INEN 488 (arena normalizada gradada), fabricados cuando se usa el cemento especificado en NTE INEN 152, NTE INEN 490 y NTE INEN 2380, puede reducirse aproximadamente un 4 % por cada porcentaje de aire en el cubo compactado. Sin embargo, pueden ser necesarias hasta tres amasadas con arena lavada y tres amasadas de arena

sin lavar, para detectar una diferencia del 7 % en la resistencia entre morteros elaborados con arena lavada y otros sin lavar.

**Fuente:** (ACI318S-14, 2015)

## 2.7. Agua

El agua líquida que está presente en la elaboración de los morteros y/o concretos, mezclas, en el lavado de agregados, curado e hidratación del concreto; este debe ser limpio sin impurezas como aceites, álcalis, sale y ningún otro tipo de componente que pueda ser perjudicial, según el caso para el que se utilice.

Según las normas INEN (2017) vigentes, el agua se ha clasificado de la siguiente manera:

**Agua Mineral:** Agua que contiene más sustancias minerales que el agua potable normal.

**Agua mineral natural:** Es el agua obtenida directamente de fuentes naturales, que se caracteriza por el contenido en sales minerales, presencia de oligoelementos, recogidas en condiciones que garanticen su pureza bacteriológica original, envasadas en la fuente en condiciones higiénicas sanitarias.

**Agua natural:** Es aquella proveniente de fuentes naturales, tales como ríos, lagos, manantiales y otros.

**Agua Potable:** Aquella cuyo uso y consumo no causa efectos nocivos al ser humano, para lo cual debe cumplir con los requisitos que establece el Reglamento y las Normas internacionales.

## 2.8. Arena volcánica

Arena volcánica: de color oscuro que se utiliza como componente para la fabricación de tierras y sustratos y también como elemento decorativo. Cuenta con una medida de grano de 0 a 6 mm (INTEREMPRESAS).



***Figura 1: Arena volcánica***

***Fuente:*** (Dreamstime, 2018)

## **2.9. Ceniza del bagazo de caña de azúcar (CBCA)**

Los residuos de la caña de azúcar después de su molienda pasan a ser quemados quedando las cenizas del bagazo de la caña, el CBCA se lo utiliza en diferentes lugares como materia prima para la elaboración de ladrillo en el área de la construcción también se lo considera como material cementante por sus propiedades, los residuos de la caña es el 50 % de su componente por lo tanto es una buena cantidad para ser utilizada como materia prima en la elaboración de ladrillo

Se puede decir que, el cultivo de la caña de azúcar está en todas partes del mundo cubriendo una parte global de aproximado al 70 % sobre un 31 millón de hectáreas cultivadas considerado un cultivo tropical y sub tropical

“A nivel mundial, la producción anual de caña de azúcar es de casi 1,700 millones de toneladas y abarca un área de 24 millones de ha.” (YARA). La mayor cantidad de superficie cultivada de caña de azúcar la tiene China sumada la producción de azúcar, dentro de los tres países de mayor producción en el mundo se encuentra Brasil, India y China.

Del cultivo de la caña de azúcar se procede a la molienda de la misma para la elaboración del azúcar y del etanol por medio de molinos; luego de la extracción del zumo de la caña de azúcar queda como residuo el bagazo de la caña de azúcar el cual se procede a la quema para dejarlo como ceniza del bagazo.

En el proceso de producción del azúcar y del etanol queda como desperdicio el bagazo de la caña usado generalmente como combustible, el bagazo de la caña al ser quemado puede generar de cada tonelada de bagazo de 30 a 40 kilos de ceniza creando una cantidad

considerable para su uso en el mercado de la construcción como material para la elaboración de bloques.

Si consideramos que, la existencia de un incremento de la producción a nivel mundial del azúcar y el etanol, quedando el bagazo de la caña como residuo se podría contar con cantidades extremas para su uso.

El bagazo se quema como un combustible que le permite ejecutar sus calderas. Esta ceniza de bagazo se distribuye normalmente en las granjas y se vende en el estanque de cenizas, lo que causa problemas ambientales. Además, la investigación indica que la exposición en el lugar de trabajo a los polvos del procesamiento del bagazo puede afectar a la fibrosis pulmonar, circunstancia pulmonar crónica, más particularmente conocida como bagazosis.

Se puede hacer uso de la ceniza del bagazo de la caña de azúcar como materia prima para la elaboración de materiales de construcción al tener propiedades puzolánicas.

## **2.10. El Policarbonato**

“Es un grupo de termoplásticos, fácil de trabajar, moldear y termo formar, utilizado ampliamente en la manufactura moderna. El nombre policarbonato indica que se trata de un polímero que presenta grupos funcionales unidos por grupos carbonato en una larga cadena” (PLASTICOS DE INGENIERIA S.A.C). Además, es un material sintético con excelentes propiedades.

“El monóxido de carbono ha sido usado para sintetizar carbonatos a escala industrial y producir carbonato, que luego se esterifica con un derivado de fenólico para obtener carbonatos poli aromáticos”. (ELAPLAS)

Se clasifican en: carbonatos poli aromáticos y carbonatos poli alifáticos, los últimos son producto de la reacción del dióxido de carbono con epóxidos. Es necesario utilizar catalizadores teniendo en cuenta la estabilidad termodinámica del dióxido de carbono (WIKIDATOS).

## 2.11. Bloque

Los bloques son utilizados para la construcción de paredes y su función es estructural. Tienen que estar condicionados a las características de resistencia, economía y durabilidad porque su función es soportar otros elementos estructurales del edificio (columnas, vigas, viguetas).

Según el INEN, “la fabricación de bloques de concreto depende del tipo de equipo de producción y de los procesos de curado, almacenamiento y despacho. Los equipos deben ser los adecuados en tamaño, tecnología y costos (...)”.

Adicionalmente se debe cuidar lo siguiente, y tomando en consideración las normas INEN (2017):

- Los agregados deben ser de buena calidad, limpios, y con la granulometría correcta según el espesor de las paredes y tabiques de los bloques y la resistencia y la textura esperada.
- Los otros materiales también se deben escoger con cuidado como los cementos, aditivos, agregados, lo mismo que la forma de mezclarlos y su relación entre costo y efectividad.
- La dosificación de los materiales y del agua se debe hacer según las características esperadas para el bloque.
- Los agregados se introducen en una mezcladora, en las cantidades calculadas (en peso), y en una secuencia correcta. Allí se le agrega el agua y el cemento, en las cantidades calculadas.
- Los aditivos se adicionan en forma líquida en la mezcladora o mezclados con agua, en ambos casos, reemplazando parte de ésta.
- Los pigmentos se adicionan en polvo, gránulos o suspensión, directamente a la mezcladora.
- Según el tipo de bloque que se vaya a producir varía el proceso de mezclado en secuencia y duración, hasta obtener el concreto deseado, homogéneo en composición y color.
- La mezcla pasa a una máquina vibro compresora, que moldea las unidades con vibración y compresión, usando moldes precisos.

- Las unidades salen de la máquina sobre placas de acero, que se llevan a una cámara de curado, donde se colocan en estanterías y se les aplica humedad por micro aspersión de agua durante 24 horas.
- Las unidades, que salen secas de las cámaras, se acomodan sobre estibas conformando cubos, los cuales se forran con láminas de plástico “estirable” para poder manejarlas más eficientemente.
- Los bloques se almacenan, y se continúa su curado hasta que las unidades alcancen la resistencia adecuada.

Los bloques de hormigón se clasifican, de acuerdo a su uso, en cinco clases, como se indica en la tabla:

**Tabla 2.**

**Clasificación de bloques de acuerdo a su uso**

CLASE	USO
A	Paredes exteriores de carga, sin revestimiento.
B	Paredes exteriores de carga, con revestimiento.
	Paredes interiores de carga, con o sin revestimiento.
C	Paredes divisorias exteriores, sin revestimiento.
D	Paredes divisorias exteriores, con revestimiento.
	Paredes divisorias interiores, con o sin revestimiento.
E	Losas alivianadas de hormigón armado.

**Fuente:** (Cajas y Castro, 2008)

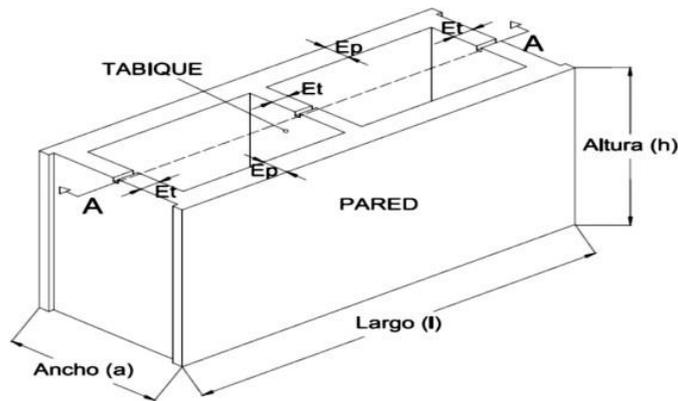
Al momento de su entrega en obra, los bloques deben cumplir con los requisitos físicos establecidos y determinados según el ensayo establecido en la norma NTE INEN 639(actual 3066) (NTE INEN 3066, pág. 2, 2016).

La resistencia a la compresión está especificada para ser alcanzada a los 28 días de producidos los bloques; pero se pueden pegar en el muro a edades menores cuando se tenga un

registro sobre la evolución de la resistencia de bloques de iguales características, y éste indique que alcanzarán dicha resistencia, lo que no exime de la verificación directa de la calidad de los bloques.

### Dimensiones del bloque

En la Figura 2 se explica las nomenclaturas del bloque: “l” es el largo; “A” el ancho; “h” la altura; “Ep” el espesor de la pared, el cual debe ser el mismo en los dos extremos del bloque y “Et” el espesor del tabique interior y exterior.



**Figura 2: Estructura del bloque**

**Fuente:** (Google, 2019)

**Tabla 3.**

### Clasificación de los bloques y resistencia mínima a la compresión.

Tipo	Uso	Resistencia mínima a la compresión (MPa)* a los 28 días.
A	Paredes exteriores de carga, sin revestimiento.	6
B	Paredes exteriores de carga, con revestimiento. Paredes interiores de carga, con y sin revestimiento.	4
	Paredes divisorias exteriores, sin revestimiento.	3

C		
D	Paredes divisorias exteriores, con revestimiento. Paredes divisorias interiores, con y sin revestimiento.	2.5
E	Losas alivianadas de hormigón armado.	2

**Fuente:** (Civil, 2016)

Se modifica la norma INEN 639, por la actual INEN 3066, en el siguiente cuadro aparecen cómo se redujeron los tipos de resistencia mínima.:

**Tabla 4.**

**INEN 3066**

Descripción	Resistencia neta mínima a la compresión 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/cm <sup>2</sup>			

**Fuente:** (NTE INEN 3066, pág. 2, 2016)

**Proceso para la elaboración de bloques**

En nuestro país los bloques de manera artesanal tienen un proceso de elaboración poco regularizado, es decir, cumplen con muy poco control riguroso de calidad y su producción es menor que la industrial. Existen varios lugares donde se elaboran bloques de hormigón de manera artesanal, con la finalidad de satisfacer en menor escala la demanda del sector de la construcción. Actualmente en nuestro medio no existen empresas dedicadas a la fabricación artesanal de los bloques con arena volcánica, policarbonato, bagazo de la caña de azúcar.

## **Bloques para mampostería**

Un bloque de hormigón es una “pieza prefabricada de hormigón simple, elaborada con cemento hidráulico, agua, áridos finos y gruesos, con o sin aditivos, en forma de paralelepípedo, con o sin huecos en su interior” (NTE INEN 3066, pág. 2, 2016).

El área neta de un bloque prefabricado de hormigón es menor en un 75% o más del área bruta y las dos secciones son medidas en un mismo plano paralelo a la celda hueca del bloque.

### **Dimensiones**

Según las definiciones que nos da Concretodo (s.f):

Si las dimensiones (medidas) de los bloques son variables, se altera el espesor de los muros y del mortero de pega, y se modifican sus características estructurales y constructivas (apariencia final del muro, niveles de enrase, alineación de juntas, acabados adicionales, etc.). Para evitar esto, el sistema de bloques de concreto es rigurosamente modular y, por su proceso de fabricación, las medidas son muy precisas y constantes; pero deben estar dentro de ciertos límites.

Las dimensiones de los bloques están definidas como: espesor, altura y longitud y se expresan de tres maneras:

- Las dimensiones reales son las que se toman directamente sobre la unidad en el momento de evaluar su calidad.
- Las dimensiones estándar son las designadas por el fabricante en su catálogo (dimensiones de producción),
- Las dimensiones nominales, son las dimensiones estándar más el espesor de una junta de pega, o sea 1 cm. Por ejemplo, un bloque de dimensiones nominales (espesor, altura, longitud) 10 x 20 x 40, tiene unas dimensiones estándar de 9 x 19 x 39, pero sus dimensiones reales podrán ser 9,1 x 18,9 x 39,2, todas las medidas dadas en centímetros (Centero y Rodríguez, 2018).

## 2.12. Marco conceptual

### **Pared:**

“Obra de albañilería vertical, que cierra o limita un espacio”. (Diccionario Real Academia de la Lengua, 2021).

### **Resistencia:**

La resistencia es la acción o capacidad de aguantar, tolerar.

### **Bloque:**

“Trozo grande de un material compacto. Pieza compacta en forma de paralelepípedo rectángulo. Bloque de helado, de hormigón” (Diccionario Real Academia de la Lengua, 2021).

De acuerdo a la definición que realiza Pelaguachi (2020)

El bloque (unidad de mampostería de perforación vertical), es un prisma recto de concreto, prefabricado, con una o más perforaciones verticales, que se usa para construir mamposterías (por lo general muros). Esto implica que sus 6 lados deben formar ángulos rectos con los demás, y que sus perforaciones deben tener, al menos, una cuarta parte (25%) de su área bruta (la que resulta de multiplicar la longitud x el ancho del bloque). Se y es responsable, en muy buena medida, de las características mecánicas y estéticas de dichas.

### **Cemento:**

“Mezcla formada de arcilla y materiales calcáreos, sometida a cocción y muy finamente molida, que mezclada a su vez con agua se solidifica y endurece” (Diccionario Real Academia de la Lengua, 2021).

“Mezclado con agregados pétreos y agua, crea una mezcla uniforme, maleable plástica que fragua y se endurece, adquiriendo consistencia pétreo, (...). Cuenta con propiedades adhesivas y cohesivas (...) para formar un todo, sólido y compacto”. (Aguamarket)

### **Arena:**

Conjunto de partículas desagregadas de las rocas, sobre todo si son silíceas, y acumuladas, ya en las orillas del mar o de los ríos, ya en capas de los terrenos de acarreo. (Diccionario

Real Academia de la Lengua, 2021). Está constituida de pequeños granos estos están en ríos, playas, rocas. Una vez formados se forman los terrenos.

### **Agregado:**

Cualquier material mineral duro o inerte en forma de partículas graduadas o fragmentos, también se les llama áridos, siendo éste un nombre genérico para distintos conjuntos de partículas minerales de diferentes tamaños que provienen de la fragmentación natural o artificial de las rocas (Diccionario Real Academia de la Lengua, 2021)..

### **Agua:**

Sustancia líquida sin olor, color ni sabor que se encuentra en la naturaleza en estado más o menos puro formando ríos, lagos y mares, ocupa las tres cuartas partes del planeta Tierra y forma parte de los seres vivos; está constituida por hidrógeno y oxígeno (H<sub>2</sub>O) (Diccionario Real Academia de la Lengua, 2021)..

## **2.13. Marco Legal**

La pirámide de Kelsen (...) muestra de manera simple como se relacionan el conjunto de normas jurídicas de un ordenamiento jurídico, que para Kelsen es el principio de jerarquía normativa. Esto implica que una norma situada en un escalón concreto nunca va a poder contradecir a una norma situada en un escalón superior (Gonzales, 2020).

Nuestro proyecto de investigación empieza por estar sujeta en lo que establece la CONSTITUCION DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR 2008, Decreto Legislativo 0 Registro oficial 449 de 20-oct-2018. Última actualización: 01-ago-2018: Reformado.

Referente al Plan Nacional del Buen Vivir este proyecto refuerza el cumplimiento de los propósitos establecidos en los subsecuentes puntos:

Objetivo 3: Mejorar la calidad de vida de la población (Observatorio Regional de Planificación para el Desarrollo de América Latina y el Caribe., 2013).

3.8. Proporcionar condiciones adecuadas para el acceso de un hábitat seguro e incluyente (Observatorio Regional de Planificación para el Desarrollo de América Latina y el Caribe., 2013).

3.10. Garantizar el acceso universal, permanente, sostenible y con calidad de agua segura y a servicio básicos de saneamiento, con pertinencia, ambiental, social y cultural (Observatorio Regional de Planificación para el Desarrollo de América Latina y el Caribe., 2013).

3.10. Garantizar la preservación y protección integral del patrimonio cultural y natural y de la ciudadanía ante las amenazas y riesgos de origen natural o antrópico (Observatorio Regional de Planificación para el Desarrollo de América Latina y el Caribe., 2013).

- **Reglamento Técnico Ecuatoriano (RTE INEN) y la Norma Técnica Ecuatoriana (NTE INEN) que se encuentren vigentes.**

Normas que deben cumplir los materiales de construcción serán evaluados y verificados por los organismos competentes, para que cumplan con los requisitos, conforme con el RTE INEN o la NTE INEN que no se encuentren actualizados, se remitirán a los requisitos dados en las normas ASTM vigentes.

- NTE INEN 152 (ASTM C 150).
- **Bloque:** la elaboración del bloque cuenta con las siguientes normativas:
- NORMA NEC-SE-HM (bloque).
- NORMA ASTM A820, ASTM C1609 y ACI 544.
- NORMA NTE INEN 638 bloques huecos de hormigón. definiciones, clasificación y condiciones generales.
- NORMA NTE INEN 643 bloques huecos de hormigón. requisitos.
- NORMA NTE INEN 3066 bloques de hormigón. requisitos y métodos de ensayo.
- NORMA ASTM C90 – 14 standard specification for loadbearing concrete masonry units. American society for testing and materials. USA 2014.
- NORMA UNE EN 771 – 3 especificaciones de piezas para fábrica de albañilería. parte 3: bloques de hormigón (áridos densos y ligeros). asociación española de normalización y certificación. España 2011.
- NORMA ASTM C129:2014, standard specification for nonloadbearing concrete masonry units.

- NORMA ASTM C140:2016, standard test methods for sampling and testing concrete masonry units and related units.
- NORMA NTE INEN 152 2012 cemento portland.
- NORMA NTE INEN 1806 cemento para mampostería. requisitos.
- NORMA NTE INEN 873 arena normalizada. requisitos.
- NORMA NTE INEN 1882:2013 agua. definiciones.
- **Cemento:** la elaboración del cemento cuenta con las siguientes normativas:
- NORMA NTE INEN 152 2012 cemento portland.
- NORMA NTE INEN 1806 cemento para mampostería.
- NORMA NTE INEN 153 2012 cemento, muestreo y ensayo.
- NORMA NTE INEN 198 cemento, determinación de la resistencia a la flexión y a la compresión de morteros.
- NORMA ASTM C 1329 norma de especificaciones para mortero de cemento.
- NORMA ASTM C 91:2012, standard specification for masonry cement.
- **Arena:** la elaboración de la arena cuenta con las siguientes normativas:
- NORMA NTE INEN 873 arena normalizada. requisitos.
- NORMA ASTM C 778-13, standard specification for standard sand.
- **Agua:** El agua debe cumplir con las siguientes normativas:
- NORMA NTE INEN 1882:2013 agua. definiciones.
- NORMA NTE INEN 1108 agua potable. requisitos.
- NORMA NTE INEN 2169:2013 agua. calidad del agua. muestreo. manejo y conservación de muestras.
- NORMA NTE INEN-ISO 7887:2013 calidad de agua – examen y determinación de color (idt).
- NORMA ISO 7875-1 water quality - determination of surfactants.
- NORMA INTERNATIONAL STANDARD. ISO 6107 – 8. 2001. water quality
- **Mampostería:** La mampostería debe cumplir con las siguientes normativas:
- NORMA NTE INEN 2518.2010 mortero para unidad de mampostería requisitos.
- NORMA NTE INEN 2536:2010 áridos para uso en morteros para mampostería requisitos.
- NORMA NTE INEN 2619:2012 bloques huecos de hormigón para mampostería refrentado para ensayo y compresión.

- NORMA ASTM C140 método de ensayo para el muestreo y ensayos de unidades de mampostería de hormigón.
- NORMA NEC-SE-HM (bloque).
- NORMA ASTM A820, ASTM C1609 y ACI 544.
- NORMA NTE INEN 638 bloques huecos de hormigón. definiciones, clasificación y condiciones generales.
- NORMA NTE INEN 643 bloques huecos de hormigón. requisitos.
- NORMA NTE INEN 3066 bloques de hormigón. requisitos y métodos de ensayo.
- NORMA ASTM C90 – 14 standard specification for loadbearing concrete masonry units. American society for testing and materials. USA 2014.
- NORMA UNE EN 771 – 3 especificaciones de piezas para fábrica de albañilería. parte 3: bloques de hormigón (áridos densos y ligeros). asociación española de normalización y certificación. España 2011.
- NORMA ASTM C129:2014, standard specification for nonloadbearing concrete masonry units.
- NORMA ASTM C140:2016, standard test methods for sampling and testing concrete masonry units and related units.
- NORMA NTE INEN 152 2012 cemento portland.
- NORMA NTE INEN 1806 cemento para mampostería. requisitos.
- NORMA NTE INEN 873 arena normalizada. requisitos.
- NORMA NTE INEN 1882:2013 agua. Definiciones.

## **CAPITULO III**

### **3. Metodología de la investigación**

#### **3.1. Enfoque**

En nuestro proyecto de titulación el enfoque de la investigación es cuantitativa al determinar porcentajes de materiales como lo son arena volcánica, policarbonato y cenizas del bagazo de la caña de azúcar en la elaboración del bloque para luego medir los resultados por medio de los ensayos realizados en el laboratorio. A lo largo del documento se mostrará el proceso que se ha seguido para la elaboración de los bloques.

#### **3.2. Alcance de la investigación**

Esta investigación es de tipo exploratorio, porque se manipulan elementos como: arena volcánica, policarbonato y cenizas del bagazo de la caña de azúcar como materiales para la elaboración del bloque con el fin de obtener resultados producto de la mezcla de hormigón, por medio de los ensayos de resistencia en los laboratorios.

#### **3.3. Técnicas de la investigación**

Los materiales con los que se van a elaborar los bloques son: arena volcánica, policarbonato y cenizas del bagazo de la caña de azúcar, arena, grava y agua que se mezclaran en forma controlada con el fin de crear bloques y medir los resultados de los ensayos por medio de los instrumentos del laboratorio.

Las técnicas que se van a utilizar en esta investigación son los ensayos correspondientes de laboratorio: Ensayo de resistencia.

Los instrumentos de laboratorio usados:

- Molde de bloque
- Balanzas
- Prensa hidráulica

### **3.4. Población**

Para esta investigación se a tomado como población todos los bloques que son utilizados en la construcción como los bloques de arcilla, concreto, pómez y son utilizados en viviendas, edificaciones, hoteles, centro comercial entre otras, también han presentados muchas necesidades.

#### **3.4.1. Población de estudio:**

En la población de estudio hemos determinado que fabricando un bloque alivianado como lo es el prototipo que estamos estudiado e implementando los materiales como lo es bagazo de la caña de azúcar, policarbonato, ceniza volcánica que le dará menor peso al bloque de hormigón y podremos utilizarlo en mampostería de cualquier construcción civil.

### **3.5. Tipos de Muestra**

Se tomará una muestra no probabilística intencional, para ello se ensayaron 12 bloques con dimensiones (espesor, altura, longitud) 9 x 19 x 39 cm. utilizando arena volcánica, policarbonato y ceniza del bagazo de la caña de azúcar, considerando como muestra un bloque alivianado tradicional cuyo peso es de 12.4 kilos. con cuatro dosificaciones distintas, con la finalidad de realizar los estudios necesarios en laboratorio, a fin de determinar características como peso y resistencia, lo cual nos dará tendencias mas no precisión.

### **3.6. Presentación de análisis de resultados.**

Se desarrolla la planificación del análisis para conocer los resultados de nuestra propuesta y dar una respuesta a la hipótesis planteada, se organiza el desarrollo del análisis de acuerdo a los objetivos específicos con el fin de obtener datos y respuestas de cada uno de los objetivos para nuestro proyecto son:

1. Determinar la dosificación utilizando arena volcánica, policarbonato, ceniza del bagazo de la caña de azúcar como agregado en la elaboración del bloque partiendo de un diseño

de hormigón hidráulico tradicional conformado por cemento portland, arena de río, piedra chispa, agua con una resistencia de 240 kg/ cm<sup>2</sup>.

2. Con la dosificación establecida del hormigón hidráulico de 240 kg/cm<sup>2</sup>, se adiciona en forma porcentual el 10,15,20,30 % de los tres materiales arena volcánica, policarbonato, ceniza del bagazo de la caña de azúcar, se preparan las mezclas y se procede a la elaboración de los bloques.
3. Se mide en el laboratorio por medio de prensa hidráulica y balanza, la resistencia y peso de cada bloque elaborado de acuerdo a los días de ensayos que son a los 7 días,14 días,28 días, con arena volcánica, policarbonato, ceniza del bagazo de la caña de azúcar.
4. Se compara los resultados de los ensayos de resistencia y peso del bloque tradicional y el bloque con arena volcánica, policarbonato, ceniza del bagazo de la caña de azúcar con el fin de medir los resultados y dar paso a la hipótesis

**Hipotesis:** realizados los ensayos utilizando la arena volcánica, policarbonato, ceniza del bagazo de la caña de azúcar como agregados, el bloque elaborado bajo el peso y mantiene la resistencia de acuerdo a la norma INEN 3066.

### **3.7. Propuesta: Diseño de un prototipo de bloque alivianado utilizando arena volcánica, policarbonato y cenizas del bagazo de la caña de azúcar como agregados.**

Como primer paso, tenemos el diseño de un hormigón hidráulico tradicional preparado con cemento, arena de río, piedra chispa y agua con una resistencia de 240 kg/ cm<sup>2</sup> y la dosificación de los materiales de acuerdo al diseño, mezcla de hormigón para la preparación de los bloques de muestra.

la proyección de nuestro tema es bajar el peso del bloque por medio de los tres materiales que son la arena volcánica, policarbonato, ceniza del bagazo de la caña de azúcar y mantener la resistencia de acuerdo a la norma INEN 3066.

- **Diseño de hormigón para bloque con resistencia de 240 Kg/ cm<sup>2</sup>**
- Descripción del material: piedra caliza triturada (chispa)
- Arena gruesa de río

- Cantidades de material para un saco de cemento
- Peso saco de cemento igual a 50 kg

	$\frac{425.24 \text{ kg}}{50 \text{ kg}}$	8.5048 coeficiente (# de sacos que se va a utilizar)
Cemento	$\frac{425.24}{8.5048} \text{ kg}$	50.00kg
Agua	$\frac{233.88}{8.5048} \text{ kg}$	27.50kg
Piedra	$\frac{961.00}{8.5048} \text{ kg}$	113.00kg
Arena	$\frac{635.33}{8.5048} \text{ kg}$	74.7kg

### **Materiales propuestos en nuestro proyecto de titulación**

Se presentan los materiales propuestos arena volcánica, policarbonato, ceniza de bagazo de caña de azúcar para ser utilizados en la mezcla de hormigón, (Paucar & Vera, 2022).



***Figura 3: Policarbonato***

**Elaborado por:** (Paucar & Vera, 2022)



***Figura 4: Arena volcánica***

**Elaborado por:** (Paucar & Vera, 2022)



***Figura 5: Ceniza bagazo caña de azúcar***

**Elaborado por:** (Paucar & Vera, 2022)

### **Preparación y medición de materiales**

Se prepara con diferentes cantidades de material las dosificaciones del 10,15,20,30 por ciento utilizadas para la elaboración de bloques en el laboratorio



**Figura 6: *Materiales para el hormigón***  
**Elaborado por:** (Paucar & Vera, 2022)



**Figura 7: *Preparación material mezcla de hormigón***  
**Elaborado por:** (Paucar & Vera, 2022)



***Figura 8: Adición de materiales para el hormigón***  
**Elaborado por:** (Paucar & Vera, 2022)



***Figura 9: Mezcla con el material propuesto***  
**Elaborado por:** (Paucar & Vera, 2022)



***Figura 10: Elaboración de bloque con material propuesto***  
**Elaborado por:** (Paucar & Vera, 2022)



***Figura 11: Bloques elaborados***  
**Elaborado por:** (Paucar & Vera, 2022)



***Figura 12: Bloques elaborados con materiales propuestos.***

**Elaborado por:** (Paucar & Vera, 2022)



***Figura 13: Bloques secándose***

**Elaborado por:** (Paucar & Vera, 2022)

### **Cálculo de dosificación por bloque tradicional**

Cemento	$50\text{kg} / 27 = 1.85\text{kg}$
Agua	$27.50\text{kg} / 27 = 1.018\text{kg}$
Piedra	$113\text{kg} / 27 = 4.185\text{kg}$
Arena	$74.7\text{kg} / 27 = 2.76\text{kg}$

### **Dosificación con el 10% de agregados nuevos:**

Cemento	1.85kg.
Agua	1.018kg.
Piedra	$4.185\text{kg} - 10\% = 0.418\text{kg}$ policarbonato: 3.767kg piedra chispa.
Arena	$2.766 - 10\% = 0.276\text{kg} = 0.138\text{kg}$ de ceniza de bagazo de caña de azúcar: 0.138kg de ceniza volcánica: 2.49kg de arena corriente.

### **Dosificación con el 20% de agregados nuevos reduciendo al 3% el policarbonato.**

Cemento	1.85kg.
Agua	1.018kg.
Piedra	$4.185\text{kg} - 3\% = 0.125\text{kg}$ policarbonato: 4.06kg piedra chispa.
Arena	$2.766 - 20\% = 0.553\text{kg} = 0.276\text{kg}$ de ceniza de bagazo de caña de azúcar: 0.276kg de ceniza volcánica: 2.213kg de arena corriente.

### **Dosificación con el 30% de agregados nuevos reduciendo al 1% el policarbonato.**

Cemento	1.85kg.
Agua	1.018kg.
Piedra	$4.185\text{kg} - 1\% = 0.042\text{kg}$ policarbonato: 4.143kg piedra chispa.

Arena  $2.766 - 30\% = 0.83\text{kg} = 0.415\text{kg}$  de ceniza de bagazo de caña de azúcar:  $0.415\text{kg}$   
de ceniza volcánica:  $1.936\text{kg}$  de arena corriente.

### **Dosificación con el 15% de agregados nuevos reduciendo al 1% el policarbonato.**

Cemento  $1.85\text{kg}$ .

Agua  $1.018\text{kg}$ .

Piedra  $4.185\text{kg} - 1\% = 0.042\text{kg}$  policarbonato:  $4.143\text{kg}$  piedra chispa.

Arena  $2.766 - 15\% = 0.414\text{kg} = 0.207\text{kg}$  de ceniza de bagazo de caña de azúcar:  $0.207\text{kg}$   
de ceniza volcánica:  $2,351\text{kg}$  de arena corriente.

### **Equipos:**

Balanza de precisión digital, malla para cernir, bandejas recipientes, carreta, pala, máquina de elaboración de bloque y prensa hidráulica (Paucar & Vera, 2022).

### **Método:**

En este ensayo se utilizó el método tradicional de elaboración de bloques que consiste en hacer la mezcla con la dosificación preestablecida para luego poco a poco verterla en la máquina amoldadora de bloque donde se compactara dándole forma y posteriormente retirar el bloque ya formado para luego de la espera de los 7,14 y 28 días proceder a la rotura de los mismos en prensa hidráulica.

### **Procedimiento:**

- Alistamos todos los equipos y materiales a usar.
- Apartamos cada material a usarse en las bandejas recipientes para proceder al pesado de las mismas.
- Alistamos la carreta humedeciéndola donde procederemos a hacer la mezcla.

- Vertemos los materiales en este orden arena corriente, piedra, policarbonato, arena volcánica, ceniza de bagazo de caña de azúcar, cemento y agua.
- Batimos la mezcla ayudándonos con la pala hasta tener una mezcla homogénea.
- Ayudándonos con la pala vertemos poco a poco la mezcla en la máquina donde se formará el bloque tomando en cuenta compactar la mezcla cada vez que se añade hasta llegar al nivel dado por la máquina.
- Una vez compactada la mezcla en la máquina procedemos al desmote del bloque de la máquina para trasladarlo al lugar donde reposara durante el fraguado del mismo.
- Se procede a realizar los ensayos de compresión y peso de cada bloque por medio de la prensa hidráulica para medir su resistencia en  $\text{k/cm}^2$  y peso de acuerdo a lo elaborado in situ.



***Figura 14: Rotura de bloques elaborados en sitio (laboratorio) con materiales propuestos.***

**Elaborado por:** (Paucar & Vera, 2022)



***Figura 15: Rotura de bloques con materiales propuestos.***

**Elaborado por:** (Paucar & Vera, 2022)



***Figura 56: Rotura de bloques con materiales propuestos.***

**Elaborado por:** (Paucar & Vera, 2022)



***Figura 67: Rotura de bloques con materiales propuestos***

**Elaborado por:** (Paucar & Vera, 2022)



***Figura 78: Presentación de falla.***

**Elaborado por:** (Paucar & Vera, 2022)

**Tabla 5.****Dosificación**

BLOQUE	DOSIFICACION							UND
#	POLICARBONATO	BAGASO CAÑA DE AZUCAR	CENIZA VOLC.	CEMENTO	ARENA	AGUA	PIEDRA CHISPA	
1	0,418	0,138	0,138	1,85	2,49	1,01	3,767	KG
2	0,418	0,138	0,138	1,85	2,49	1,01	3,767	KG
3	0,418	0,138	0,138	1,85	2,49	1,01	3,767	KG
4	0,125	0,276	0,276	1,85	2,213	1,01	4,06	KG
5	0,125	0,276	0,276	1,85	2,213	1,01	4,06	KG
6	0,125	0,276	0,276	1,85	2,213	1,01	4,06	KG
7	0,042	0,415	0,415	1,85	1,936	1,01	4,143	KG
8	0,042	0,415	0,415	1,85	1,936	1,01	4,143	KG
9	0,042	0,415	0,415	1,85	1,936	1,01	4,143	KG
10	0,042	0,207	0,207	1,85	2,351	1,01	2,071	KG
11	0,042	0,207	0,207	1,85	2,351	1,01	2,071	KG
12	0,042	0,207	0,207	1,85	2,351	1,01	2,071	KG

**Elaborado por:** (Paucar & Vera, 2022)

**Tabla 6.**

**Dosificación de muestras**

<b>DOSIFICACIÓN MUESTRAS</b>
Dosificación con el 10% de agregados nuevos.
Dosificación con el 20% de agregados nuevos reduciendo al 3% el policarbonato.
Dosificación con el 30% de agregados nuevos reduciendo al 1% el policarbonato.
MUESTRA 10,11,12
Dosificación con el 15% de agregados nuevos reduciendo al 1% el policarbonato.

**Elaborado por:** (Paucar & Vera, 2022)

**Tabla 7.**

**Resultados de ensayos a la resistencia de los bloques elaborados en el laboratorio**

<b># DIAS</b>	<b>RESULTADO DE LABORATORIO KG</b>	<b>AREA DEL BLOQUE CM2</b>	<b>RESISTENCIA KG/CM2</b>	<b>TRASFORMACION A MPA /10,20</b>	<b>PESO DEL BLOQUE KG</b>
7	3430	279	12,294	1,205	11.2
14	4165	279	14,928	1,464	
28	4900	279	17,563	1,722	
7	3850	279	13,799	1,353	
14	4675	279	16,756	1,643	
28	5500	279	19,713	1,933	
7	3570	279	12,796	1,254	
14	4335	279	15,538	1,523	
28	5100	279	18,280	1,792	
7	3640	279	13,047	1,279	
14	4420	279	15,842	1,553	
28	5200	279	18,638	1,827	

**Nota:** Revisando los resultados de compresión de acuerdo a cada dosificación se obtuvo una resistencia promedio de 1,8 MPA considerada optima

**Elaborado por:** (Paucar & Vera, 2022)

Se puede apreciar la clasificación del bloque de acuerdo a la norma INEN 3066 modificada a la anterior 639 en la tabla N 8, la clasificación de los bloques se la realiza de acuerdo a la resistencia mínima:

**Tabla 8.**

**NORMA INEN 3066**

Descripción	Resistencia neta mínima a la compresión 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/cm <sup>2</sup>			

**Elaborado por:** (Paucar & Vera, 2022)

El ensayo de laboratorio del bloque elaborado con, arena volcánica, policarbonato, ceniza del bagazo de la caña de azúcar con el bloque tradicional de acuerdo al peso:

- Bloque tradicional = 12,4 kilos
- Bloque modificado = 11,2 kilos



***Figura 19: Control de peso de los bloques***

**Elaborado por:** (Paucar & Vera, 2022)

Como resultado obtenido de los pesos se muestra la diferencia de peso entre el bloque tradicional 12,4 kilo y el bloque modificado 11,2 kilos dando una baja de peso en forma evidente por lo tanto si se aliviano el bloque.

### 3.8. Conclusiones

- Se concluye que utilizando la dosificación del hormigón tradicional de 240 kg/ cm<sup>2</sup> y adicionando los agregados: arena volcánica, policarbonato, ceniza del bagazo de la caña de azúcar en porcentajes de 10,15,20,30 se llegó al resultado deseado que fue la elaboración de bloque.
- Las dosificaciones utilizadas para elaborar el bloque adicionando arena volcánica, policarbonato, ceniza del bagazo de la caña de azúcar, realizados los ensayos de compresión al bloque se obtuvo una resistencia a los 28 días promedio de 1,8 MPA. considerando la norma INEN 3066, en la cual establece de acuerdo a la tabla la clasificación de los bloques por resistencia el nuestro estaría en clasificación.
- Contrastando los ensayos del bloque con arena volcánica, policarbonato, ceniza del bagazo de la caña de azúcar y la del bloque tradicional, el peso del bloque modificado bajó y se aliviano, pudo mantener la resistencia de acuerdo a la norma INEN 3066 de acuerdo a su resistencia clasificado como tipo C.
- Por lo expuesto, se concluye que si bajó el peso y se pudo mantener la resistencia del bloque de acuerdo a la norma INEN 3066 dando como resultado una hipótesis afirmativa.

### **3.9. Recomendaciones**

Se recomienda utilizar arena volcánica, policarbonato, ceniza del bagazo de la caña de azúcar, para la elaboración de bloques. Al obtener los resultados deseados de una resistencia a los 28 días promedio de 1,8 MPA, la norma INEN 3066 establece de acuerdo a la tabla clasificación C, aptos para ser utilizados en el área de la construcción, con una baja de peso por bloque reduciendo la carga muerta al ser utilizado en una edificación.

Desde el punto de vista económico, se sugiere el uso de arena volcánica, policarbonato, ceniza del bagazo de la caña de azúcar, para la elaboración de bloques. Al tener un bajo precio en los materiales adicionados. Asimismo, considerando que la arena volcánica se la encuentra en el mercado local con un bajo precio y que el policarbonato se lo puede reciclar después de su uso y la ceniza del bagazo de la caña de azúcar es un material de desecho; por lo tanto, el precio del bloque alivianado bajaría considerablemente.

Finalmente, y con respecto a las recomendaciones bajo el aspecto ambiental y de sostenibilidad, el uso de arena volcánica, policarbonato, ceniza del bagazo de la caña de azúcar para la elaboración de bloques. Al retirar del medio ambiente, la arena volcánica considerada material contaminante, el policarbonato después de usarlo en lugar de ir a un botadero de desechos se lo reciclaría para ser usado como material de construcción. La ceniza del bagazo de la caña de azúcar se la retiraría del medio para mitigar el impacto ambiental creada por la misma. De esta forma, se mitigaría el impacto ambiental creado por los tres materiales, ayudando a conservar el medio ambiente.

## 4. Bibliografía

- ACI318S-14. (2015). *Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural ( Versión en español y en sistema métrico.SI)*.
- Aguamarket. (s.f.). *Aguamarket*. Obtenido de Aguamarket: <https://www.aguamarket.com/diccionario/terminos.asp?Id=7474#:~:text=Se%20denomina%20cemento%20a%20un,p%C3%A9rea%2C%20denominado%20hormig%C3%B3n%20o%20concreto>.
- Angamarca, M., & Caceres, R. (junio de 2015). *uce.edu.ec*. Recuperado el 2020, de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/5292/1/T-UCE-0011-189.pdf>
- Arana Yoplac, S. M. (2018). *Ceniza de bagazo de caña de azúcar en la elaboración de concreto*. Chachapoyas.
- AVILA, G. (1 de abril de 2015). <http://teconcreto123.blogspot.com/>. Recuperado el ENERO de 2020, de <http://teconcreto123.blogspot.com/p/los-agregados.html>
- Barba Silva, C., & García Sánchez, V. H. (2018). *file:///C:/Users/Marcos/Downloads*. Recuperado el 2020, de [file:///C:/Users/Marcos/Downloads/CHRISTIAN\\_VICTOR\\_TESIS\\_TITULO\\_2019.pdf](file:///C:/Users/Marcos/Downloads/CHRISTIAN_VICTOR_TESIS_TITULO_2019.pdf)
- Bustamante Medina, D. M., & Diaz Salcedo, C. A. (2017). *.unsa.edu.pe*. Recuperado el 2020, de <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/2894/MTbumedm030.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- CANDO. (31 de marzo de 2015). [bloquescando.com/](http://bloquescando.com/). Recuperado el 2020, de <https://bloquescando.com/cemento-portland-usos-y-tipos/>
- Castro Véliz, J. L., & Morales Peralta, Z. A. (2017). *Mejoramiento de las propiedades físicas de los bloques de concreto tradicionales utilizando cáscaras de maní y bagazo de caña de azúcar en su elaboración*. Guayaquil.
- Castro, M., & Cajas, M. (8 de Agosto de 2008). Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/286>
- CEMEX. (1 de enero de 2018). [cemexcolombia.com/](http://cemexcolombia.com/). Recuperado el ABRIL de 2020, de <https://www.cemexcolombia.com/concretos/baja-densidad>

- Centero, D., & Rodríguez, R. (2018). Obtenido de <http://repositorio.espam.edu.ec/xmlui/handle/42000/1/browse?type=author&value=Romero+Rodr%C3%ADguez%2C+Bogar+Johel>
- Centro de Investigación de los Reglamentos Nacionales de Seguridad para las Obras Civiles. (2005). *CIR SOC 201-205 Reglamento Argentino de Estructuras de Hormigón*. Buenos Aires: Instituto Nacional de Tecnología Industrial.
- CHOQUE, I. W. (OCTUBRE,2016). *CONCRETO ARMADO*. LIMA.
- Civil, E. c. (2016). Obtenido de [www.elconstructorcivil.com](http://www.elconstructorcivil.com)
- Concretodo. (s.f.). *Concretodo*. Obtenido de <http://www.concretodo.com/pdf/mamposteriabloques.pdf>
- Correa Palagachi, C. G. (2020). *ELABORACIÓN DE UN BLOQUE, UTILIZANDO PLÁSTICO Y CAUCHO*. Guayaquil: <http://repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/44000/3780/1/T-ULVR-3185.pdf>. Obtenido de [www.Ingeniería Rural.com](http://www.Ingeniería Rural.com)
- Cutimbo.Wilber. (2 de octubre de 2016). [es.scribd.com/](https://es.scribd.com/). Recuperado el 2020, de <https://es.scribd.com/document/326167423/CONCRETO-ARMADO-2016>
- Diccionario Real Academia de la Lengua. (2021). Obtenido de <https://dle.rae.es>
- Dreamstime. (2018). [dreamstime.com/arena](https://es.dreamstime.com/arena-volc%C3%A1nica-gris-peque%C3%B1a-superficie-de-piedra-colorida-image128084100). Recuperado el abril de 2020, de <https://es.dreamstime.com/arena-volc%C3%A1nica-gris-peque%C3%B1a-superficie-de-piedra-colorida-image128084100>
- ELAPLAS. (s.f.). *ELAPLAS*. Obtenido de <https://www.elaplas.es/materiales/plasticos-tecnicos/policarbonato-pc/>
- Fernandez, J. (12 de julio de 2016). [jorgelfdez.wordpress](https://jorgelfdez.wordpress.com/2016/07/12/el-enfoque-cuantitativo/). Recuperado el mayo de 2020, de <https://jorgelfdez.wordpress.com/2016/07/12/el-enfoque-cuantitativo/>
- Giuncu. (2000). *Framed structures. Ductility and seismic response. General Report*.
- Google. (2019). *Google*. Obtenido de [https://www.google.com/search?q=de+Reciclaje+de+PI%C3%A1stico+pet&sxsrf=ACYBGNR8PgrqFAzdFPoL4PQqwZ0qDYmP5Q:1572281372034&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwji36rFtL\\_IAhWytVkkHaD-DPcQ\\_AUIEigB](https://www.google.com/search?q=de+Reciclaje+de+PI%C3%A1stico+pet&sxsrf=ACYBGNR8PgrqFAzdFPoL4PQqwZ0qDYmP5Q:1572281372034&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwji36rFtL_IAhWytVkkHaD-DPcQ_AUIEigB)
- Helene, P., & Pereira, F. (2003). *Manual de Rehabilitación de Estructuras de Hormigón*. CYTED.

HERNANDEZ. (2014). MEXICO.

HERNANDEZ. (2014). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 6TA EDICIÓN*. MEXICO.

Hilaca, D., & Pivaque, J. (2022). Diseño de un prototipo de bloque alivianado utilizando arena volcanica, policarbonato y ceniza de bagazo de la caña de azucar. Guayaquil.

IECA. (8 de Diciembre de 2017). *IECA*. Obtenido de IECA: <https://publicaciones.ua.es/va/detall.php?idet=576>

IECA, I. E. (s.f.). *Componentes y propiedades del Cemento*. Madrid: <https://www.ieca.es/componentes-y-propiedades-del-cemento/>.

INEN. (1992). *Definición y clasificación del agua*.

INEN. (2017). *NORMA TÉCNICA ECUATORIANA*. Obtenido de INEN: [https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte\\_inen\\_873-2.pdf](https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_873-2.pdf)

Instituto Argentino de Normalización y Certificación. (1986). *IRAM 1601 Agua para morteros y hormigones de cemento portland*. Buenos Aires: Instituto Argentino de Normalización y Certificación.

INTEREMPRESAS. (s.f.). *INTEREMPRESAS*. Obtenido de <http://www.interempresas.net/Jardineria/FeriaVirtual/Producto-Arena-volcanica-Biot-Granel-P06100-51394.html>

Jara Rodríguez, R., & Palacios Ambrocio, R. (2015). Utilización de la ceniza de bagazo de caña de azúcar como sustituto porcentual de cemento en la elaboración de ladrillos de cemento en la elaboración de ladrillos de concreto.

lifeder. (5 de mayo de 2020). *lifede*. Recuperado el mayo de 2020, de <https://www.lifeder.com/tecnicas-de-investigacion/>

Lituma, M., & Zhunio, B. (octubre de 2015). *edu.ec*. Recuperado el 2020, de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/23112/1/Tesis.pdf>

Mariuxi Margarita Vera Briones, G. M. (2016). *Gestión de reciclaje de residuos solidos desde un enfoque racional*.

Mariuxi Margarita Vera Briones, G. M. (2016). *Gestión de reciclaje de residuos solidos desde un enfoque racional*.

McCormac, J. (2011). *Diseño de concreto reforzado*. México: Alfaomega.

Miravete, A. (2001). *Hacia la fibra de carbono en la construcción. Universidad de zaragoza. España.*

Morales, R. D. (16 de Septiembre de 2017). Obtenido de [https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod\\_rh=0001416586](https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0001416586)

Narvæz. (2017). determinación de la influencia del bagazo de caña de azúcar como agregado orgánica en la resistencia a la compresión de bloques para mampostería liniana. Ambato.

NORMAS APA. (2016). *normasapa.ne*. Recuperado el mayo de 2020, de <http://normasapa.net/que-es-una-muestra-y-como-se-selecciona/#:~:text=La%20muestra%20es%20una%20porci%C3%B3n%20representativa%20de%20una%20poblaci%C3%B3n.&text=Primero%2C%20se%20hace%20un%20censo,el%20dise%C3%B1o%20de%20la%20tesis>.

*noticias.universia.c*. (4 de septiembre de 2017). Recuperado el mayo de 2020, de <https://noticias.universia.cr/educacion/noticia/2017/09/04/1155475/tipos-investigacion-descriptiva-exploratoria-explicativa.html>

NTE INEN 3066, pág. 2. (2016). Obtenido de [https://181.112.149.204/buzon/normas/nte\\_inen\\_3066.pdf](https://181.112.149.204/buzon/normas/nte_inen_3066.pdf)

Observatorio Regional de Planificación para el Desarrollo de América Latina y el Caribe. (17 de Febrero de 2013). *Naciones Unidas*. Obtenido de Naciones Unidas: <https://observatorioplanificacion.cepal.org/es/planes/plan-nacional-del-buen-vivir-2013-2017-de-ecuador>

Ottazzi, G. (2004). *Material de apoyo para la enseñanza de los cursos de Diseño y comportamiento del Concreto Armado*. . Lima .

Palaguachi Correa, C. G. (2020). *ELABORACIÓN DE UN BLOQUE, UTILIZANDO PLÁSTICO Y CAUCHO*. Guayaquil.

Peláez. (2020). Estudio de factibilidad técnica y económica en la fabricación de bloques a partir de la ceniza del bagazo de la caña de azúcar. Ecuador.

Peñaloza, C. R. (2015). Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/2501/2/RAE.pdf>

- Perez, J., & Merino, M. (28 de febrero de 2020). *definicion.de*/. Recuperado el 2020 de abril, de <https://definicion.de/hormigon/>
- Pernalete, Z., Piña, F., Suárez, M., Ferrer, A., & Aiello, C. (2008). *SCIELO*. Obtenido de SCIELO: [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1316-33612008000100001](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-33612008000100001)
- plástico, T. d. (30 de Noviembre de 2017). *ISSU*. Obtenido de ISSU: <https://issuu.com/carvajalb2b/docs/tecnologia-del-plastico-vol-32-ed-6>
- PLASTICOS DE INGENIERIA S.A.C. (s.f.). *PLASTICOS DE INGENIERIA S.A.C*. Obtenido de PLASTICOS DE INGENIERIA S.A.C: [http://www.pisac.pe/pisac\\_nw/productos/plasticos-para-uso-general/policarbonato/](http://www.pisac.pe/pisac_nw/productos/plasticos-para-uso-general/policarbonato/)
- Pozo, A. C. (2012). [https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/16661/CostadelPozoAntonella\\_TFM.pdf](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/16661/CostadelPozoAntonella_TFM.pdf).
- Quiminet. (22 de Noviembre de 2005). Obtenido de <https://www.quiminet.com/articulos/todo-lo-que-queria-saber-del-pet-2806.htm>
- Quiminet. (14 de Mayo de 2011). Obtenido de <https://www.quiminet.com/articulos/usos-y-aplicaciones-del-poli-etileno-tereftalato-pet-42703.htm>
- rey, c. (21 de junio de 2017). <https://constructorarey.com/>. Recuperado el 2020, de <https://constructorarey.com/hormigon-armado-estructuras-conceptos-basicos/>
- Rodríguez Chico, H. E. (2017). Concreto liviano a base de poliestireno expandido para la prefabricación de unidades de albañilería no estructural - cajamarca. Cajamarca.
- Romero Segura, V. C. (2020). *Repositorio Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil*. Recuperado el 2020, de <http://repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/44000/4551/1/T-ULVR-3703.pdf>
- Saavedra, F., & Coorimanya, F. (2019). <http://repositorio.uandina.edu.pe/>. Recuperado el 2020, de [http://repositorio.uandina.edu.pe/bitstream/UAC/3281/1/Ferdinan\\_Fernando\\_Tesis\\_bachiller\\_2020.pdf](http://repositorio.uandina.edu.pe/bitstream/UAC/3281/1/Ferdinan_Fernando_Tesis_bachiller_2020.pdf)
- Salvatierra Espinoza, A., & Valle Benitez, A. (2021). Diseño de un mortero hidráulico, utilizando cemento blanco como aglomerante de los agregados. *YACHANA*.

- Sampieri Hernández, R., Collado Fernández, C., & Lucio Baptista, P. (2003). Metodología de la Investigación. En R. Sampieri Hernández, C. Collado Fernández, & P. Lucio Baptista, *Metodología de la Investigación* (pág. 11). Mc.Graw Hill.
- Sanjúan Barbudo, M. Á., & Chinchón Yepes, S. (2014). *Introducción a la fabricación y normalización del cemento portland*. Alicante: Publicaciones de la Universidad de Alicante.
- Santiago Reyes, M., Ramírez Matías, A. M., & Castillo Montesinos, J. L. (2019). Elaboración y análisis de esfuerzo axial de bloques constructivos manufacturados con residuos de cantera y arena volcánica. Oaxaca.
- Secretaría del medio ambiente. (2010). Obtenido de [https://sma.edomex.gob.mx/que\\_es\\_polietileno\\_tereftalato](https://sma.edomex.gob.mx/que_es_polietileno_tereftalato)
- Sierra Guevara, J. A. (2014). *ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE BLOQUES DE CONCRETO ALIVIANADO CON POLIESTRENO*. Quito: <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/2260/1/T-UIDE-1275.pdf>.
- Sika. (2015). *Refuerzo Estructural Con Sistema a base de fibra de carbono*.
- Society, A. C. (2017). *High Performance Carbon Fibers*. Cambridge.
- tecnica de investigación social. (12 de octubre de 2017). *tecnica de investigación social*. Recuperado el junio de 2020, de <https://sites.google.com/site/tecninvestigacionsocial/temas-y-contenidos/tema-1-la-investigacion-social/fases-de-la-investigacion-social/analisis-e-interpretacion-de-resultados>
- Técnica de Investigación Social. (12 de octubre de 2017). *tecnica de investigación social*. Recuperado el mayo de 2020, de <https://sites.google.com/site/tecninvestigacionsocial/temas-y-contenidos/tema-1-la-investigacion-social/fases-de-la-investigacion-social/analisis-e-interpretacion-de-resultados>
- Toro Tipán, E. A., & Villarreal García, G. A. (2019). Análisis comparativo de las propiedades físico-mecánicas de un hormigón alivianado con poliestireno expandido con relación a un hormigón de peso normal. Guayaquil.
- Torres, A. (6 de mayo de 2020). *.reaxsol.com/*. Recuperado el 2020, de <https://www.reaxsol.com/2020/05/06/propiedades-de-la-espuma-de-poliuretano/>

- VALAREZO, E. (2005). *USO DE LA VARILLA DE FIBRA DE CARBONO*. GUAYAQUIL: PEARSON.
- Vásquez Hernández, A., Botero , L. F., & Carvajal, D. (2015). *Fabricación de bloques de tierra comprimida con adición de residuos de construcción y demolición*.
- Villegas Martinez, C. A. (2013). *Utilización de puzolanas naturales en la elaboración de prefabricados con base cementica destinados a la construcción de viviendas de bajo costo*. Lima: Universidad Nacional .
- Web y Empresas. (6 de marzo de 2018). *webyempresas*. Recuperado el mayo de 2020, de <https://www.webyempresas.com/metodologia-de-la-investigacion/>
- Wendel, S., & Keller, T. (2013). *Ductility of civil engineering structures incorporating fibre reinforced polymers (FRPs)*.
- WIKIDATOS. (s.f.). *WIKIDATOS*. Obtenido de <https://es.wikidat.com/info/policarbonato>
- YARA. (s.f.). *YARA*. Obtenido de YARA: <https://www.yara.com.ec/nutricion-vegetal/cana-de-azucar/la-produccion-mundial-de-cana-de-azucar/>
- YARA. (s.f.). *YARA*. Obtenido de <https://www.yara.com.ec/nutricion-vegetal/cana-de-azucar/la-produccion-mundial-de-cana-de-azucar/#:~:text=El%20mayor%20productor%20es%20Brasil,casi%2015%20millones%20de%20hect%C3%A1reas.>