



FACULTAD
INGENIERÍA, INDUSTRIA
Y CONSTRUCCIÓN

**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y
CONSTRUCCION**

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

TEMA

**“PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DE IMPLEMENTACIÓN
DE LA CÁSCARA DE ARROZ TRITURADA APLICADA EN
BLOQUES Y MORTERO PARA VIVIENDAS POPULARES”**

AUTORES

**CASTILLO CASTILLO WASHINGTON XAVIER
LINDAO BOHORQUEZ ROLANDO ANIBAL**

TUTOR

ING. SALVATIERRA ESPINOZA ALEX MAE.

**GUAYAQUIL – ECUADOR
2018**

CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

En calidad de Tutor del proyecto de investigación, nombrado por el Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería Civil, Industria y Construcción de la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil.

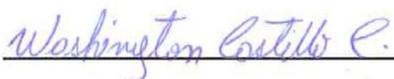
Certifico:

Haber dirigido, revisado y analizado el Proyecto de Investigación con el Tema: "PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DE IMPLEMENTACIÓN DE LA CÁSCARA DE ARROZ TRITURADA APLICADA EN BLOQUES Y MORTERO PARA VIVIENDAS POPULARES", presentado por los Egresados Washington Xavier Castillo Castillo y Rolando Anibal Lindao Bohorquez, bajo mi tutoría y que el mismo reúne los requisitos para ser defendido ante el tribunal examinador que se designe para el efecto; esto como requisito previo a la aprobación y desarrollo de la investigación para optar al título de:

INGENIERO CIVIL

El mismo que considero debe ser aceptado por reunir los requisitos legales, de viabilidad e importancia del tema.

Presentado por el Egresado:



Washington Xavier Castillo Castillo

C.I. 0921871885



Rolando Anibal Lindao Bohórquez

C.I. 0922463765



Ing. MAE. Alex Salvatierra Espinoza

TUTOR

Guayaquil, Diciembre 11 de 2017.

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, **WASHINGTON XAVIER CASTILLO CASTILLO** con C.I. **0921871885** y **ROLANDO ANIBAL LINDAO BOHORQUEZ** con C.I. **0922463765**; declaramos que el proyecto para la obtención del título de grado denominado **“PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DE IMPLEMENTACIÓN DE LA CÁSCARA DE ARROZ TRITURADA APLICADA EN BLOQUES Y MORTERO PARA VIVIENDAS POPULARES”**, se ha desarrollado de manera íntegra, respetando derechos intelectuales de las personas que han desarrollado conceptos mediante las citas en las cuales indican la autoría, y cuyos datos se detallan de manera más completa en la bibliografía. En virtud de esta declaración, nos responsabilizamos del contenido, autenticidad y alcance del presente proyecto.

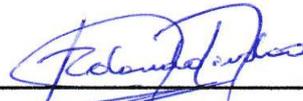
Guayaquil, Enero 2018

AUTORES



Washington Xavier Castillo Castillo

C.I. 0921871885



Rolando Anibal Lindao Bohórquez

C.I. 0922463765

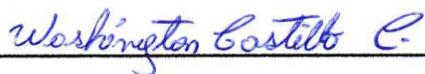
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Por medio de la presente certifico que la responsabilidad del contenido de este trabajo de titulación nos corresponde exclusivamente a los Sres.; Washington Xavier Castillo Castillo con C.I. 0921871885 y Rolando Aníbal Lindao Bohórquez con C.I. 0922463765, cuyo tema es: **“PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DE IMPLEMENTACIÓN DE LA CÁSCARA DE ARROZ TRITURADA APLICADA EN BLOQUES Y MORTERO PARA VIVIENDAS POPULARES”**

Derecho que renunciamos y cedemos a la Universidad Laica Vicente Rocafuerte para que haga uso como a bien tenga.

Guayaquil, Enero 2018

AUTORES



Washington Xavier Castillo Castillo

C.I. 0921871885



Rolando Aníbal Lindao Bohórquez

C.I. 0922463765

AGRADECIMIENTO

Agradecer a Dios por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, porque hiciste realidad este sueño anhelado.

Gracias a la universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, por haberme permitido formarme en ella. También a todas esas personas que fueron partícipes de este proceso, ya sea de manera directa o indirecta, fueron ustedes los responsables de realizar su pequeño aporte, que el día de hoy se ve reflejado en la culminación de mi paso por la universidad.

Gracias a mis padres, que fueron mis mayores promotores durante este proceso. Son muchas las personas que han formado parte de mi vida profesional a las que me encantaría agradecerles su amistad, consejo, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida. Algunos están aquí conmigo y otros en mis recuerdos y en mi corazón, sin importar en donde estén, quiero darles las gracias por formar parte de mi vida, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.

DEDICATORIA

Con mucho cariño dedico este título a mis padres que me dieron la vida y han estado conmigo en todo momento, por hacer de mí una persona una mejor persona y brindarme el apoyo necesario para realizarme como profesional.

PRÓLOGO

En el primer capítulo se analiza y se explicara la intencionalidad, delimitación, las variables de investigación, los indicadores del proyecto entre otras.

En el segundo capítulo se presenta el marco teórico del proyecto, así como: los materiales, requerimientos, normas etc.

El capítulo tres está relacionado con la metodología de la investigación, se expresara, los procedimientos adaptados para el desarrollo del proyecto de investigación.

El capítulo cuatro se basa en el desarrollo del proyecto de investigación, siguiendo lo ante descrito en el capítulo tres, tal como, elaboración, tabulación y graficación de las encuestas dirigidas: a los habitantes de la Zona 8.

ABREVIATURAS

ACI: American Concrete Institute

ASSHTO: American Association of State Highway and Transportation Officials (Asociación Estadounidense de Funcionarios Estatales de Carreteras y Transportación).

ASTM: Siglas en inglés para la American Society of Testing Materials, que significa, Asociación Americana de Ensayo de Materiales.

CEDAF: Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal (República Dominicana).

CEMEX: Cementos Mexicanos (Compañía multinacional para la industria de la construcción).

CIRAD: Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement, en sus siglas en francés: «Centro de Cooperación Internacional en Investigación Agronómica para el Desarrollo» (Chile).

DICTA: Dirección de ciencia y Tecnología Agropecuaria (Honduras)

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación

IECA: Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones

INEN: Servicio Ecuatoriano de Normalización

INHAMI: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología

INIA: Instituto Nacional de Innovación Agraria (Perú).

INP: Instituto de Normalización Previsional, ahora llamado Instituto de Previsión Social (IPS)

IRAM: Instituto Argentino de Normalización y Certificación

MIDUVI: Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda

SUCS: Sistema Unificado de Clasificación de Suelos. (Unified Soil Classification System (USCS)).

UAN: Universidad Antonio Nariño (Colombia).

INDICE

Certificado de aceptación del tutor	II
Declaración de autoría	III
Cesión de derechos de autor	IV
Agradecimiento	V
Dedicatoria	VI
Prólogo	VII
Abreviaturas	VIII
Resumen	XXVI
Abstract	XXVII

CAPÍTULO I

1.1	Introducción	1
1.2	Tema	2
1.3	Planteamiento del Problema	2
1.4	Formulación del Problema	3
1.5	Sistematización del Problema	4
1.6	Objetivos	4
1.6.1	Objetivo General	4
1.6.2	Objetivos Específicos	5
1.7	Justificación	5
1.8	Hipótesis de la Investigación	7

1.9	Delimitación de la investigación	7
1.9.1	Producción de arroz en el Ecuador	7
19.2	Temperatura de la zona 8	8

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO 9

MARCO REFERENCIAL 12

2.2	Fibras naturales	12
2.2.1	Arroz	12
2.2.2	Origen del Arroz	13
2.2.3	Producción de Arroz en el Ecuador	14
2.2.4	Variedad de Arroz	15
2.2.5	Composición del Arroz	15
2.2.6	Proceso del Pilado del Arroz	16
2.2.7	Cascara de Arroz	18
2.2.8	Descripción de la Cascara de Arroz	19
2.2.9	Aspectos Químicos	20
2.2.10	Sectores que utiliza la Cascara de Arroz	20
2.2.10.1	Principales usos de la Cascara de Arroz	20
2.2.11	Piladora de Arroz	21
2.2.12	Almacenamiento de la cascara de arroz	22
2.3	El Bloque	22
2.3.1	Proceso de Fabricación	23
2.4	Cemento	25
2.4.1	Tipos de Cemento	26

2.5	Piedra Chasqui	28
2.6	Arena	30
2.6.1	Tipos de Arena	31
2.6.2	Granulometría	32
2.6.3	Curvas granulométricas	34
2.7	Agua	36
2.8	Normas	38
2.8.1	Normas ASTM (Association Standard Testing Materials)	38
2.8.1.1	Norma ASTM C33	39
2.8.1.2	Norma ASTM C127	39
2.8.1.3	Norma ASTM C127	40
2.8.2	Norma ASSHTO	40
2.8.3	Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2551:2011	40
2.8.4	Norma ACI 318SUS-14	41
2.8.5	Norma INEN 283018SUS-14	41
	MARCO CONCEPTUAL	42
	MARCO METODOLOGICO	46
2.9	Diseño de la Investigación	46
2.9.1	Encuesta	46
2.9.2	Tamaño de muestra	47
2.10	Métodos	47
2.10.1	Método analítico	48
2.10.2	Método exploratorio	48
2.10.3	Método de observación científica	48
2.10.4	Método de organización	48

2.11	Procedimiento	49
2.12	Metodología para la elaboración de bloques a base de cascara de arroz	49
2.12.1	Preparación de muestra	50
2.12.2	Elaboración de bloque	51
2.12.3	Elaboración de mortero	51
2.13.	Pruebas granulométricas	52
2.13.1	Procedimiento	53
2.13.2	Módulo de finura	53
2.13.3	Determinación de la Gravedad Especifica y Porcentaje de Absorción del agregado fino ASTM C 128 y AASHTO T84 y determinación de la gravedad específica.	54
2.14	Ensayos de Compresión	59
2.15	Ensayos de Fluidez para ver la Trabajabilidad	60
2.16	Pruebas de Temperatura	61

CAPITULO III

PROPUESTA

3.1	Elaboración del bloque en base a la cascara de arroz	62
3.2	Maquina usada en la fabricación del Bloque en base a la cascara de Arroz	63
3.3	Pruebas del Bloque con Cascara de Arroz	63
3.3.1	Muestra N° 1	64
3.3.2	Muestra N° 2	66
3.3.3	Muestra N° 3	67

3.3.4	Muestra N° 4	68
3.4	RESULTADOS	71
3.4.1	Pruebas granulométricas de Arena	71
3.4.2	Módulo de finura	73
3.5	Pruebas de Compresión	74
3.5.1	Primer ensayo	74
3.5.2	Segundo ensayo	75
3.5.3	Tercer ensayo	76
3.5.4	Cuarto ensayo	77
3.6	Pruebas de Temperatura	80
3.7	Resultados de entrevista	87
	Conclusiones	93
	Recomendaciones	94
	REFERENCIAS	95
	ANEXOS	105

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Área de estudio, ubicada en la Zona 8. Fuente: Elaborado por: Google Earth	6
Figura 2. <i>Oryza sativa</i> (arroz). Fuente: http://anar.com.ni/arroz/ique-es-el-arroz/ Elaborado por: Asociación Nicaraguense de Arroceros.....	12
Figura 3. Proceso de secado del arroz. Foto tomada por: Castillo Washington y Lindao Rolando.....	19
Figura 4. Cascara del arroz, desecho. Fuente: http://clasipar.paraguay.com/atencion_granjas_avicolas_y_vive . Elaborado por: Claspar.....	19
Figura 5. Partes y proceso de una piladora. Fuente: http://www.torotrac.com/product/OE-Piladora-1	20
Figura 6. Almacenamiento del tamo (arroz con cascara). Foto tomada por Castillo Washington y Lindao Rolando.....	22
Figura 7. Consistencia de la piedra chasqui. Foto tomada por: Castillo Washington y Lindao Rolando.....	28
Figura 8. La gradación de tamaños de los áridos.....	30
Figura 9. Arena volcánica utilizada para la construcción. Foto tomada por: Castillo Washington y Lindao Rolando.....	32
Figura 10. Huso granulométrico del porcentaje que pasa representado en un gráfico. Elaborado por: Washington Castillo y Lindao Rolando.....	36
Figura 11. Agua potable para la elaboración de bloques y hormigón. Foto tomada por López Doriga.....	37

Figura 12. Maquina utilizada para pruebas de carga. Foto tomada por: Castillo Washington y Lindao Rolando	59
Figura 13. Toma de temperatura a través de medidor laser. Foto tomada por: Castillo Washington y Lindao Rolando	61
Figura 14. Mezclado de la cascara de arroz y arena. Foto tomada por: Castillo Washington y Lindao Rolando	62
Figura 15. Maquina bloquera. Foto tomada por: Castillo Washington y Lindao Rolando	63
Figura 16. Estructura de bloques hechos a base de cascara de arroz. Foto tomada por: Castillo Washington y Lindao Rolando.....	63
Figura 17. Pesaje de la arena según las proporciones indicadas anteriormente, utilizada para la elaboración de bloques. Foto tomada por: Castillo Washington y Lindao Rolando	64
Figura 18. Homogenización de materiales. Foto tomada por: Castillo Washington y Lindao Rolando	65
Figura 19. Mezcla del agua con los materiales secos. Foto tomada por: Castillo Washington y Lindao Rolando	65
Figura 20. Moldeado de bloque. Foto tomada por: Castillo Washington y Lindao...	66
Figura 21. Elaboración de bloque. Foto tomada por: Castillo Washington y Lindao Rolando.....	67
Figura 22. Homogenización de los materiales secos con el agua para la elaboración de bloques. Foto tomada de: Castillo Washington y Lindao Rolando	68
Figura 23. Pesaje de arena para la elaboración de los bloques. Foto tomada por: Castillo Washington y Lindao Rolando.....	69

Figura 24. Mezclado de los materiales para la elaboración de bloques. Foto tomada de: Castillo Washington y Lindao Rolando.....	70
Figura 25. Elaboración y secado de los bloques. Foto tomada por: Castillo Washington y Lindao Rolando	70
Figura 26. a. Colocación del bloque hecho a base de cascara de arroz en la maquina universal para carga. b. Valoración de la fuerza de rotura del primer ensayo. Foto tomada por: Castillo Washington y Lindao Rolando.....	75
Figura 27. Valoración de la fuerza de rotura de los bloques hecho a base de la cascara de arroz, en el segundo ensayo. Foto tomada por: Castillo Washington y Lindao Rolando.....	76
Figura 28. Maquina universal de carga. b. Visualización y valoración de la fuerza de rotura de los bloques hecho a base de cascara de arroz. Foto tomada por: Castillo Washington y Lindao Rolando	77
Figura 29. Visualización del proceso de rotura del bloque elaborado con cascara de arroz. Foto tomada por: Castillo Washington y Lindao Rolando	78
Figura 30. Esquematizacion de la toma de temperatura a traves del uso de un medidor laser. Elaborado por: Castillo Washington y Lindao Rolando.....	80
Figura 31. Esquematizacion de la toma de temperatura del exterior e interior de la pared elaborada a base de cáscara de arroz. a. Viata lateral. b. Vista frontal. Elaborado por: Castillo Washington y Lindao Rolando	82

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Rendimiento de producción en Sudamérica.	7
Tabla 2. Ranking de principales productores de arroz según la FAO, 2010	10
Tabla 3. Contenido nutricional de variedades de arroz.....	13
Tabla 4. Producción de arroz en cascara a nivel nacional.....	15
Tabla 5. Composición del arroz blanco vs integra	16
Tabla 6. Pasos para el pilado de arroz	17
Tabla 7. Valores típicos de retención de Humedad de algunos materiales utilizados como sustratos para cultivos Hidropónicos.	18
Tabla 8. Dimensiones del bloque tradicional.	23
Tabla 9. Principales características de bloques de hormigón fabricados con diferentes tipos de agregados.....	24
Tabla 10. Propiedades físicas de la Piedra Chasqui.....	29
Tabla 11. Componentes minoritarios de la piedra chasqui.	29
Tabla 12. Dimensiones de los diferentes agregados.	33
Tabla 13. Porcentajes de contenido que pasa a través de los diferentes tipos de malla según ASTM	35
Tabla 14. Preguntas realizadas durante la ejecución del proyecto.....	47
Tabla 15. Proporciones utilizadas para la elaboración del mortero	51
Tabla 16. Numero de tamaño de tamiz en relación a sus especificaciones.....	52
Tabla 17. Porcentajes según el número de malla.....	54
Tabla 18. Valores para análisis de Agregado Fino (Arena)	57
Tabla 19. Valores para análisis de Agregado Grueso (Grava)	59
Tabla 20. Proporciones de materia prima para la elaboración de bloques a base de la cáscara de arroz	59

Tabla 21. Proporciones de materiales para la segunda muestra.....	66
Tabla 22. Proporciones de los materiales descritas para la elaboración de bloques en el tercer ensayo.....	67
Tabla 23. Proporciones de materiales utilizados en el cuarto ensayo.	68
Tabla 24. Tabla de resultados	71
Tabla 25. Proporciones de la fuerza de rotura del primer ensayo	73
Tabla 26. Proporciones de la fuerza de rotura del segundo ensayo.....	74
Tabla 27. Proporciones de fuerza de rotura del tercer ensayo.	75
Tabla 28. Proporciones de la fuerza de rotura del cuarto ensayo del bloque hecho a base de cascara de arroz.....	76
Tabla 29. Cuadro comparativo entre los diferentes tipos de bloques tradicionales.	77
Tabla 30. Temperaturas de las paredes elaboradas con bloques hechas a base de cascara de arroz y bloque tradicional, durante el 14 de agosto del 2017	80
Tabla 31. Temperaturas de las paredes elaboradas con bloques hechas a base de cascara de arroz y bloque tradicional, durante 21 agosto del 2017.	84
Tabla 32. Temperaturas de las paredes elaboradas con bloques hechas a base de cascara de arroz y bloque tradicional, durante 28 agosto del 2017.	86
Tabla 33. Cuadro comparativo entre los diferentes tipos de bloques tradicionales.	87
Tabla 34. Porcentajes obtenidos a base de la primera pregunta de la encuesta realizada.....	88
Tabla 35. Porcentajes obtenidos a base de la tercera pregunta de la encuesta realizada.....	89
Tabla 36. Porcentajes obtenidos a base de la cuarta pregunta de la encuesta realizada.....	90

Tabla 37. Porcentajes obtenidos a base de la quinta pregunta de la encuesta realizada..... 91

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Preparación de bloques. Foto tomada por: Castillo Washington y Lindao Rolando.....	106
Anexo 2. Compactación de bloques. Foto tomada por: Castillo Washington y Lindao Rolando.....	106
Anexo 3. Materiales utilizados para la elaboración de bloques. Foto tomada por: Castillo Washington y Lindao Rolando.....	107
Anexo 4. Modelación de bloques. Foto tomada por: Castillo Washington y Lindao Rolando.....	107
Anexo 5. Maquina bloquera. Foto tomada por: Castillo Washington y Lindao Rolando	108
Anexo 6. Bloques elaborados en proporciones de 39*19*9 cm. Foto tomada por: Castillo Washington y Lindao Rolando.....	108
Anexo 7. Bloques elaborados en proporciones de 39*19*9 cm. Foto tomada por: Castillo Washington y Lindao Rolando.....	109
Anexo 8. Construcción de pared con bloques elaborados a base de cascara de arroz. Foto tomada por: Castillo Washington y Lindao Rolando.....	109
Anexo 9. Construcción de paredes para pruebas preliminares. Foto tomada por: Castillo Washington y Lindao Rolando.....	110
Anexo 10. Construcción de paredes en base a bloques con cascara de arroz. Foto tomada por: Castillo Washington y Lindao Rolando.....	110
Anexo 11. Tipos de suelo según SUCS. Fuente: Bañon, 2010. ¡Error! Marcador no definido.	
Anexo 12. ASSTHO Fuente: Bañon, 2010.	111
Anexo 13. Granulometría de arena.	112

Anexo 14. Curva granulométrica: Resultados obtenidos a través de la granulometría de arena.....	113
Anexo 15. Resultados obtenidos a partir de la granulometría de piedra chasqui. Figura 39. Granulometría de arena. Elaborado: Castillo Washington y Lindao Rolando.....	¡Error! Marcador no definido.
Anexo 15. Resultados obtenidos a partir de la granulometría de piedra chasqui. .	114
Anexo 16. Cuadro comparativo de los valores reales de fuerza de rotura entre los bloques elaborados a base de cascara de arroz y bloques tradicionales	115

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Rangos de temperaturas tomadas durante el mes de agosto de las paredes hechas con bloque a base de cascara de arroz, tomadas durante el 14 agosto desde las 19:00 pm hasta las 20:30 pm. Elaborado: Castillo Washington y Lindao Rolando	83
Gráfico 2. Rangos de temperaturas tomadas durante el mes de agosto de las paredes hechas con bloque tradicional, t tomadas durante el 14 agosto desde las 20:30 pm hasta las 21:40 pm. Elaborado: Castillo Washington y Lindao Rolando	83
Gráfico 3. Rangos de temperaturas tomadas durante el mes de agosto de las paredes enlucidas con mortero con cascara de arroz, t tomadas durante el 21 agosto desde las 18:00 pm hasta las 19:50 pm. Elaborado: Castillo Washington y Lindao Rolando	85
Gráfico 4. Rangos de temperaturas tomadas durante el mes de agosto de las paredes enlucidas con mortero tradicional, t tomadas durante el 21 agosto desde las 19:55 pm hasta las 21:05 pm. Elaborado: Castillo Washington y Lindao Rolando	85
Gráfico 5. Rangos de temperaturas tomadas durante el mes de agosto de las paredes enlucidas con mortero con cascara de arroz, t tomadas durante el 28 agosto desde las 12:05 pm hasta las 13:00 pm. Elaborado: Castillo Washington y Lindao Rolando	86
Gráfico 7. Rangos de temperaturas tomadas durante el mes de agosto de las paredes enlucidas con mortero tradicional, t tomadas durante el 28 agosto desde las 12:05 pm hasta las 13:00 pm. Elaborado: Castillo Washington y Lindao Rolando	87
Gráfico 8. Porcentajes basados en el uso de bloques elaborados en base de cascara de arroz en la construcción de viviendas. Elaborado por: Castillo Washington y Lindao Rolando.....	88

Gráfico 9. Rentabilidad de los bloques elaborados a base de la cascara de arroz. Elaborado por: Castillo Washington y Lindao Rolando	89
Gráfico 10. Porcentajes de aceptación de nuevos materiales en la construcción. Elaborado por: Castillo Washington y Lindao Rolando	90
Gráfico 11. Resistencia del bloque con cascara de arroz. Elaborado por: Castillo Washington y Lindao Rolando	91
Gráfico 12. Aceptación de los bloques realizados a base de cascara de arroz y la disminución de la contaminación. Elaborado por: Castillo Washington y Lindao Rolando.....	92

RESUMEN

En el Ecuador y a nivel mundial se presenta una gran problemática a nivel social, siendo esta la sobredemanda de edificaciones (viviendas) de parte de la población dado a su aumento anualmente, no obstante, la accesibilidad de los materiales para la construcción de estas se vuelve parte de ese problema ya que la mayoría de los materiales para la construcción de las mismas son de elevados costos. En base a esta problemática muchas industrias de la construcción se ven obligadas a la búsqueda de nuevas alternativas para la elaboración de sus materiales, cuyo valor agregado es la sostenibilidad ambiental.

Por otro lado el Ecuador es uno de los principales productores de arroz en Suramérica, y por ende en número de piladoras existentes en el país es considerable, sin embargo esta gran producción de arroz trae severas consecuencias, ya que los desechos (cáscara) tras el procesado del mismo son considerable y se vuelve uno de los contaminantes más peligrosos para el medio ambiente dado a que estos son botados a los ríos o quemados (Aguilar y Cañizares, 2016; Ferre, 2010).

Este proyecto trata de abarcar ambas problemáticas y darle una solución que ayude a disminuir tanto la contaminación ambiental y la demanda de edificaciones, tras el uso del desperdicio (cáscara de arroz) como uno de los principales componentes para la manufacturación de los materiales de construcción como lo es el bloque y volviéndolos más resistentes y con mejor capacidad de aislamiento térmico.

Palabras claves: Cascara de Arroz – Piedra Chasqui – Arena – Mortero - Bloque

ABSTRACT

In Ecuador and worldwide there is a great problem at the social level, this being the over-demand of buildings (houses) on the part of the population given its annual increase, however, the accessibility of materials for the construction of these becomes part of that problem since most of the materials for the construction of the same ones are of high costs. Based on this problem, many construction industries are forced to search for new alternatives for the preparation of their materials, whose added value is environmental sustainability.

On the other hand Ecuador is one of the main producers of rice in South America, and therefore the number of existing piladoras in the country is considerable, however this large rice production has severe consequences, since the waste (husk) after the processed are considerable and it becomes one of the most dangerous pollutants for the environment given that these are thrown into rivers or burned (Aguilar & Cañizares, 2016; Ferre, 2010).

This project tries to cover both problems and provide a solution that helps reduce both environmental pollution and the demand for buildings, after the use of waste (rice husk) as one of the main components for the manufacture of construction materials as it is the block and making them more resistant and with better thermal insulation capacity.

Keywords: Rice Husk – Chasqui Stone – Sand – Mortar - Brick

CAPÍTULO I

1.1 Introducción

Durante los últimos años la industria de la construcción ha intentado mejorar el sistema constructivo, conllevando a series de investigaciones cuyo objetivo principal es la elaboración de bloques más ligeros y de fácil accesibilidad. Una de las mejores alternativas que se considera actualmente es la utilización de productos orgánicos como la cáscara de arroz, dado a su aislamiento de calor, asimismo está favorece a la conductividad eléctrica y al apantallamiento contra la radiación electromagnética. Es preciso considerar que el área de la construcción de proyectos investigativos como la formación de un bloque en base a la cáscara de arroz, implica la obtención de beneficios dentro de diversas empresas del sector; una de los beneficios más importantes es la reducción de costos.

El presente proyecto tiene como objetivo principal el desarrollando de un modelo piloto en la Zona 8 (Guayaquil, Samborondón y Daule) cuyos beneficios obtenidos sirvan de base en el desarrollo de nuevas alternativas que amigable con el medio ambiente, cabe recalcar que una de las principales ventajas que plantea este proyecto es la conservación del medio ambiente evitando la quema de la cáscara de arroz y el desecho de la misma que muchas veces van a parar en diferentes ríos, consecuentemente el proceso de descomposición de este material orgánico acarrea consecuencias medioambientales nefastas, debido que acaba con prácticamente todo el oxígeno existente en el agua y consecuentemente aumentan las cifras de mortandad de peces, generando hedor y provocando elevadas emisiones de gas metano a la atmósfera.

1.2 Tema

“PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DE IMPLEMENTACIÓN DE LA CÁSCARA DE ARROZ TRITURADA APLICADA EN BLOQUES Y MORTERO PARA VIVIENDAS POPULARES”

1.3 Planteamiento del Problema

Actualmente se sabe que los costos en la industria de la construcción de edificaciones tales como viviendas son muy altos, específicamente en el uso de materiales para la construcción de la misma, haciendo que su accesibilidad a ellas sea difícil, existiendo así, una sobredemanda de viviendas por parte de la población, en base a esto la gran demanda en la producción de bloques se ha vuelto en uno de las principales problemáticas a nivel mundial, por lo cual las grandes industrias se ven obligadas a buscar nuevas alternativas de materia prima para la elaboración de bloques a un menor precio.

El uso de bloques fabricados a base de cemento, arena y piedra pómez vienen siendo utilizados de manera tanto artesanal como industrial, pero su enfoque como aislantes térmicos es reducido, por lo cual se buscan nuevas alternativas que sirvan como un mejor aislante térmico, siendo la cáscara de arroz una de las principales alternativas, la cual es de fácil accesibilidad y de bajo costo. Es importante recalcar que la investigación de nuevas opciones de materia prima en este caso la búsqueda de la elaboración de un sistema constructivo, nos permita aprovechar un material que hasta ahora es considerado un material desechable.

Hoy en día el aprovechamiento de recursos reutilizables con la finalidad de crear productos de comprobada necesidad para el ser humano se ha vuelto uno de los mayores retos a nivel mundial, principalmente en el desarrollo de la construcción, pero actualmente esta problemática presenta un valor agregado como lo es la sostenibilidad ambiental, es decir, en el uso de materiales que sean amigables con el ambiente y que no se vea afectado en un futuro; actualmente este tema es de suma importancia no solo a nivel social sino también político, por lo que hoy en día se ha vuelto en uno de los principales temas que se tocan en las instituciones educativas, la empresa privada fabricante de bloques, la industria arrocera.

El presente trabajo se basa en un análisis técnico, investigativo y experimental que permite definir las dosificaciones óptimas para la fabricación de bloques a base de cáscara de arroz y que a su vez cumplan las especificaciones de resistencia y densidad adecuada según las normas. No obstante el uso de mortero (mezcla de cemento, arena y cascara de arroz molida), sirva en el uso de enlucido para mejorar aún más la retención del calor.

1.4 Formulación del Problema

Determinar la cualidad apropiada de resistencia del bloque en base a la cáscara de arroz, la misma que permitirá que el proyecto sea viable y factible, asimismo se plantea dar un nuevo aporte en las obras civiles, obteniendo así beneficios económicos en cuanto a los materiales que se utilizan, de igual manera se trata de dar un nuevo enfoque desde un punto de vista económico al uso de la cáscara

de arroz, ya que se cree que la comercialización de está como materia prima mitigarán los costos en la industria de la construcción, evidenciándose como un ahorro de consumo de energía.

1.5 Sistematización del Problema

La cáscara de arroz, es una materia prima que mayormente se desecha en grandes cantidades a nivel nacional, si bien se sabe el Ecuador es uno de los principales productores de arroz en Sudamérica, y por ende el número de piladoras existentes en el país es considerable, siendo la provincia del Guayas (Yaguachi, Nobol, Daule, Balzar, Samborondón) en donde se encuentran la mayoría de estas, según investigaciones la producción de residuos del arroz representan aproximadamente 1.311.525,48 toneladas (t) anualmente (INP, 2014), por lo que generalmente son quemadas o lanzadas al río, como una alternativa para su desecho, consecuentemente estas acciones antropogénicas genera contaminación para el medio ambiente mediante la producción de dióxido de carbono (CO₂) durante la quema de la misma y sedimentación en los canales de riego durante su desecho de este residuo en los canales de riego (El Universo, 2009).

1.6 Objetivos de la investigación

1.6.1 Objetivo General

Analizar la implementación de la cáscara de arroz como aislante térmico que disminuya el calentamiento de las viviendas, a través de la manufacturación de bloques y morteros.

1.6.2 Objetivos Específicos

- Realizar el estudio para adquirir información relevante de la implementación de la cáscara de arroz en bloques y morteros; en la Zona 8.
- Conocer la factibilidad técnica y económica del uso de la cáscara de arroz en la fabricación de bloques y morteros como una posibilidad viable para el sector de la construcción.
- Establecer las proporciones de los materiales para una mejor resistencia y aislamiento térmico de los bloques y mortero elaborados con cáscara de arroz utilizados en la construcción de viviendas.

1.7 Justificación

El sector de la construcción abarca un espacio importante para el desarrollo del país, y para seguir creciendo es necesario que se adapten a la demanda de las sociedades actuales que exige ser rápidos, eficiente, eficaces y oportunos, consecuentemente esto nos llega a la identificación de las diferentes situaciones del entorno, donde se presenta el problema.

Por consiguiente al realizar la investigación nos conlleva a la producción del uso de climatizadores dentro de viviendas ya que en nuestro país tenemos altas temperaturas principalmente en la zona costera, donde el promedio de temperatura llega hasta los 34 °C, y este sería de gran impacto tanto en el rol económico como ecológico (INHAMI, 2016). El plan de proyecto consiste en plasmar todos los objetivos

ya sean financieros u operacionales de una empresa o institución, en donde se reúne toda la información para evaluar si es acertado o no.

1.8 Hipótesis de la Investigación

¿La implementación de la cáscara de arroz en la manufacturación de bloques y mortero puede funcionar como aislante térmico y reducir el calentamiento dentro de las viviendas de la parroquia de la Zona 8?

1.9 Delimitación de la investigación

El presente proyecto se llevó a cabo en la Zona 8, ubicada en la provincia del Guayas de la República del Ecuador, a continuación se detalla las principales ciudades que conforman la zona 8:



Figura 1. Área de estudio, ubicada en la Zona 8. Fuente: Elaborado por: Google Earth

1.9.1 Producción

El uso de la cáscara de arroz en la elaboración de bloques y mortero, se ha vuelto en una de las alternativas más convenientes debido a su fácil disponibilidad dentro de la industria arrocera, teniendo en cuenta que el Ecuador es uno de los 10 países de América Latina que presentan mayor producción agrícola, por su gran diversidad de productos que provienen de la tierra, especialmente el arroz cuyo promedio es de aproximadamente 3.365 t/ha, descrito en la tabla 1 (Aguilar y Cañizares, 2016), no obstante, a nivel nacional la provincia del Guayas es uno de los principales productores de arroz, aportando aproximadamente el 80% del mismo y por ende la accesibilidad de la materia prima a nivel nacional para la manufacturación de bloques es mayormente factible, consecuentemente el uso de la cáscara de arroz con fines productivo mejora la rentabilidad del sector campesino (Molina, 2010; Moreno y Salvador, 2014; Mafla, 2009).

Tabla 1.

Rendimiento de producción en Sudamérica.

Países De Sudamérica	Rendimiento Promedio (t/ha)
Uruguay	7.978
Perú	7.790
Argentina	6.303
Paraguay	6.154
Chile	5.875
Brasil	5.086
Colombia	4.600
Venezuela	4.000
Ecuador	3.365
Bolivia	2.641

Nota. Fuente: (CIRAD, 2015).

1.9.2. Temperatura

Si bien se sabe la provincia del Guayas es una de las más pobladas del Ecuador con un promedio del 24, 5%, esta provincia presenta una temperatura anual del 27.8°C, considerándose como una de las provincias más calientes del Ecuador (INHAMI, 2014), actualmente la temperatura de esta ha aumentado drásticamente llegando hasta los 34°C con una humedad del 4% dando la sensación bochorno, dicho sobresalto está dado por la sensación térmica como efecto combinado de calor y la humedad. Cuando la humedad es elevada, el valor de la sensación térmica excede al de la temperatura del aire.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

La utilización de materiales para la construcción de edificaciones como yeso, arcilla y cal se han venido utilizando desde la antigüedad, siendo Egipto uno de los pioneros en la utilización de cemento natural hecho a base de arcilla, seguido de la antigua Grecia, utilizando cementos de tipo natural procedente de piedra volcánica. Uno de los mejores ejemplos en la utilización de cemento es el faro en el acantilado de Edystone, construido por John Smeaton en el siglo XVIII, basándose en el uso de cal calcinada como mortero (mezcla de arena con cemento).

Durante los siglos A.C (*Antes de Cristo*) se dan los primeros vestigios en la elaboración del bloque, pero no es hasta el siglo XX en donde se da el “boom” en la fabricación de bloques a base de hormigón comercial, volviéndose en una de las principales fuentes de ingresos económicos, mediante la generación de empleo y divisas, dada asimismo a la gran aceptación de la población.

Sin embargo la gran demanda en la producción de bloques se ha vuelto en uno de las principales problemáticas a nivel mundial, por lo cual las grandes industrias buscan nuevas alternativas para la elaboración de bloques utilizados para construcción de viviendas. Diversos países como; Colombia, Uruguay, Estados Unidos, Bolivia, Republica Dominicana entre otros, estudian la cáscara de arroz con el fin de ayudar al medio ambiente y generar ingresos económicos que sean rentables para su país.

El Ecuador ocupa el puesto N° 26 a nivel mundial, además de considerarnos uno de los países más consumidores de arroz en Suramérica (tabla 2), no obstante, el consumo de arroz fue de 48kg por persona. El arroz se encuentra entre los principales productos de cultivos transitorios, por ocupar más de la tercera parte de la superficie en sus cultivos.

Tabla 2

Ranking de principales productores de arroz.

Rank	País	Producción (t)
1	China	197.212.010
2	India	143.396.000
3	Indonesia	66.469.400
4	Bangladesh	50.061.200
5	Viet Nam	39.988.900
26	Ecuador	1.132.267

Nota. Fuente: FAO, 2010.

Fernández, (2012) dice que, “con este sistema del uso de la cascara de arroz, se puede economizar hasta en un 50 % los costos de una vivienda, por lo que vemos que sería muy útil para proyectos de interés social en lugares apartados donde no lleguen los servicios públicos" Como ya hemos referenciado, diversos son los países que quieren darle una vida útil a la cáscara de arroz, es importante destacar que todos coinciden en mejorar el medio ambiente.

Actualmente muchos de los proyectos que se están implantando en el municipio de Samborondón surgen como iniciativa de los productores de gramíneas en donde se plantea la construcción de la primera villa modelo de 43m². La construcción de inmuebles a nivel mundial tiende a realizar proyectos cada vez más

grandes, los mismos que satisfacen las necesidades de los seres humanos, en el Ecuador específicamente no se da las protecciones necesarias para el medio ambiente, debido a lo antes mencionado, la cáscara de arroz durante décadas se ha optado por desecharla; ya sea quemándola, tirándola al río o en ocasiones se la usa como abono, considerando que la misma tiene muchos químicos entre ellos; el silicio lo cual no es beneficioso para el cultivo.

Entre los cultivos que más se dan en Ecuador, es el arroz ya que la población lo consume en grandes cantidades, una vez procesado el arroz podemos obtener la cáscara la cual nos permite desarrollar el bloque en base a la cáscara de arroz. Es importante indicar que los desperdicios ocasionados por el cultivo, son altos en el Ecuador, es por eso que integrar la cáscara de arroz como material de construcción en un bloque es beneficioso para el medio ambiente y la economía de la población.

El desarrollo de este proyecto se da como un aporte a la sociedad para la obtención de una mejor calidad de vida, por sus factores económico y ambiental, a través del mismo se permitirá que los seres humanos tengan ventajas efectivas y lo más importante, es que los mismos agricultores puedan fabricar el bloque en base a la cáscara arroz con previa inducción de parte de los investigadores, esto les permitirá obtener ingresos económicos adicionales mediante el desarrollo del mismo.

MARCO TEORICO REFERENCIAL

2.2 Fibras naturales

2.2.1 Arroz

El arroz (*Oryza sativa*) es una especie de la familia de las gramíneas o poaceas, que se encuentran dentro del grupo de los cereales, es necesario recalcar que es uno de los cereales que mayormente se consume a nivel mundial, especialmente en Suramérica (INIA, 2007). Este cereal proporciona alrededor del 20% del suministro de energía alimentaria del mundo, en comparación al trigo y el maíz los cuales suministran el 19% y 5% correspondientemente (FAO, 2004; Tinoco y Acuña, 2009).



Figura 2. *Oryza sativa* (arroz). Fuente: <http://anar.com.ni/arroz/ique-es-el-arroz/> Elaborado por: Asociación Nicaraguense de Arroceros

Este cereal no tan solo es una rica fuente de energía sino también es una excelente opción como fuente de tiamina, riboflavina y niacina, considerado como un alimento de bajo contenido graso (1%), libre de colesterol y muy bajo en sodio (DICTA,

2003). De igual manera este es rico en proteínas, hierro, zinc y fibra, siendo el arroz integral con mayor contenido de fibra alimenticia.

El arroz es rico en cuanto a diversidad genética y se cultiva en todo el mundo, por otro lado, el arroz en su estado natural, con cáscara, presenta muchos colores que incluyen el pardo, el rojo, el púrpura e incluso el negro. Estas coloridas variedades de arroz casi siempre son apreciadas por sus propiedades benéficas para la salud. El arroz con cáscara tiene un contenido mayor de nutrientes que el arroz blanco sin cáscara o pulido (tabla 3) (FAO, 2004).

Tabla 3

Contenido nutricional de variedades de arroz

Tipo De Arroz	Proteínas g/100g	Hierro (mg/100g)	Zinc (mg/100g).	Fibra (g/100g)
Blanco Pulido	6,8	1,2	0,5	0,6
Integral	7,9	2,2	0,5	2,8
Rojo	7	5,5	3,3	2
Púrpura	8,3	3,9	2,2	1,4
Negro	8,5	3,5	-	4,9

Nota. Fuentes: Tabla de composición de alimentos de la Asociación de las Naciones del Sudeste Asiático (ASEAN, su acrónimo en inglés).

2.2.2 Origen

El arroz es una gramínea domesticada y es a la vez un cultivo milenario que data de más o menos hace unos 6.000 años atrás, es originaria de Asia. Los primeros inicios del cultivo de arroz se dieron en China 5.000 años a.c, seguido de Tailandia

4.500 a.c, para luego expandirse a Camboya, Vietnam y al sur de la India (Miraflores, 2017; DICTA, 2003).

Durante la edad media el arroz fue introducido en la Península Ibérica por los árabes, dándoles estos su nombre característico la cual procede de la palabra árabe “ar-rroz”. Consecuentemente el arroz fue introducido en España por los mismos árabes y no fue hasta 1912 que esta gramínea se introdujo en América (CEDAF, 2010). Esta especie de gramínea es propia de zonas templadas, en donde el rendimiento de grano es bastante alto produciendo el 90% del mismo, dado a sus altas horas de luz y a su riego controlado y solo el 10% es producido en zonas tropicales (DICTA, 2003).

2.2.3 Producción de Arroz en el Ecuador

Para la producción de arroz es necesario conocer el tipo y calidad de suelo en el que se desea sembrar y calidad de la semilla, ya que existen más de 10.000 variedades y cada una con especificaciones de siembra distinta (Márquez 2017y Marchesi, 2016). En la siguiente tabla se puede observar la producción de arroz en toneladas (t) a nivel nacional, esta producción representa uno de los principales ingresos económicos en las provincias de; Loja, Manabí, Guayas, El Oro y Los Ríos (tabla 4).

Tabla 4

Producción de arroz en cascara a nivel nacional.

Provincia	Sup. Planta (ha)	Sup. Cosecha (ha)	Producción (t)	Rendimiento (ha)
Loja	2.683	2.683	24.296,00	9,1
Manabí	9.912,00	9.912,00	68.115,00	6,90
Guayas	242.640,00	242.640,00	1.209.338,00	5,00
Los rios	99.459,00	99.459,00	402.446,00	4,10
El oro	2.750,00	2.750,00	10.679,00	3,90

Nota. Fuente: <http://sinagap.agricultura.gob.ec/index.php/reportes-dinamicos-espac>
Elaborado por: Coordinación General del Sistema de Información

2.2.4 Variedad de arroz

El género *Oryza* incluye 23 especies de las cuales 21 son silvestres y dos cultivadas, siendo estas la *Oryza sativa* de origen asiático y *Oryza glaberrima* originaria del delta del río Níger, en África. La mayoría de las variedades proceden de la especie sativa, mientras que el cultivo de la especie *glaberrima* está restringida a su lugar de origen. Las variedades más conocidas son: Indica.- se cultiva en las zonas trópicas y la Japónica.- se cultiva en zonas templada. El arroz común, es considerado un ejemplo de evolución paralela en las plantas cultivadas. (Suárez, 2007; DICTA, 2003).

2.2.5 Composición del Arroz

Existe gran variedad de arroz a nivel mundial, sin embargo las más conocidas son, el arroz blanco y el arroz integral, las cuales difieren en composición tanto en carbohidratos como en vitaminas (tabla, 5).

Tabla 5*Composición del arroz blanco vs integra*

Componente	Arroz blanco crudo	Arroz integral crudo	Unidad
Energía, total	3661	332	Kcal
Grasa total	0,6	2,8	g
Proteína total	7,6	8	g
Agua	8	17	g
Hidratos de carbonos			
Carbohidratos	86,8	73,41	g
Fibras	1,4	2,8	g
Grasas			
AGM	0,17	0,7	g
AGP	0,19	1	g
AGS	0,15	0,7	g
Vitaminas			
Equivalente de niacina totales	3	6,8	mEq
Folato total	2	40	ug
Minerales			
Calcio	10	20	mg
Hierro total	0,81	2	mg
Potasio	120	200	mg
Magnesio	28	131	mg
Sodio	4	6	mg
Fosforo	100	300	mg
Iodo	14	22	mg
Selenio total	7,5	10	mg
Zinc	1,3	1,6	mg

Nota. Fuente: <http://nutriconsultcat.blogspot.com/2013/04/> Elaborado por: Payen Salomé (2013).

2.2.6 Proceso del Pilado del Arroz

El proceso de pilado o tratamiento del arroz, no es más que el seguimiento de una serie de pasos como se demuestra en la tabla 6, en donde se especifica que sin

adecuado seguimiento el pilado del arroz puede generar pérdidas económicas o que el arroz sea de calidad baja, es necesario recalcar que el arroz paddy, es el arroz blanco que es apto para el consumo humano

Tabla 6

Pasos para el pilado de arroz

N° Proceso		
1	Recepción	El arroz con cáscara llega del campo en sacos
2	Inspección	Se realiza el control de humedad y de porcentaje de impurezas
3	Pesado	Se pone en la balanza
4	Secado	Necesita un tiempo prudencial, puede ser; por convección natural o convección forzada.
5	Almacenado	Las condiciones recomendadas de temperatura son 17°C a 18°C
6	Limpieza	Este proceso se realiza por medio de las Mallas cernidoras.
7	Descascarado	Consiste en separar la cascara del grano
8	Separación	Con el vaivén la máquina separa el grano en 3 grupos: paddy regresa a la descascadora, y grano moreno regresa a la mesa sinfín y grano descascarado va directamente a la pulidora
9	Blanqueo o Pulido	Proceso para quitar cierto color que quede en el grano de arroz
10	Clasificación y Ensacado	Se separan los granos enteros del quebrado
11	Despacho	Se coloca en sacos de 100 lb para ser vendidos

Nota. Fuente: Investigación Propia. Elaborado por: Mena Guerrero Nelly

2.2.7 Cascara de Arroz

La cascarilla de arroz es un subproducto de la industria molinera, que resulta abundantemente en las zonas arroceras de muchos países y que ofrece buenas propiedades para ser usado como sustrato hidropónico (Calderón, 2002).

Entre sus principales propiedades físico-químicas tenemos que es un sustrato orgánico de baja tasa de descomposición, es liviano y de buen drenaje. En la fig. 3, podemos observar el tendido que le hacen al arroz para que, se seque de forma natural con la ayuda del sol, sin embargo como todo subproducto la cascarilla de arroz presenta su contra en ciertos tipo de cultivos, dado a esté subproducto presenta baja capacidad de retención de humedad (tabla 7) y lo difícil que es lograr el reparto homogéneo de la misma, esto se da cuando se usa como sustrato único en camas o bancadas en cultivos (Calderón, 2002).

Tabla 7

Valores típicos de retención de Humedad de algunos materiales utilizados como sustratos para cultivos Hidropónicos.

Material	Retención % v/v
Cascarilla de arroz Cruda	9
Cascarilla de arroz Quemada	10-13
Cáscara de Coco	35-50
Cascarilla de Arroz Caolinizada	25-35

Nota. Fuente:

http://www.drcalderonlabs.com/Investigaciones/Cascarilla_Caolinizada/La_Cascarilla_Caolinizada.htm

Elaborado por: Felipe Calderón Sáenz.



Figura 3. Proceso de secado del arroz. Foto tomada por: Castillo Washington y Lindao Rolando

2.2.8 Descripción de la Cascara de Arroz

La cáscara de arroz no es más que la corteza dura que recubre el grano, la cual constituye aproximadamente el 25% del volumen del mismo, la cáscara se lo considera como un material residual, es decir, no procesable, ya que causa taponamiento de intestinos, por otro lado, la biodegradación de la cascarilla de arroz no es sencilla debido a que contiene un alto contenido de silicio (Álvarez, 2014).



Figura 4. Cascara del arroz, desecho. **Fuente:** http://clasipar.paraguay.com/atencion_granjas_avicolas_y_vive. **Elaborado por:** Claspar

2.2.9 Aspectos Químicos

Uno de los componentes principales de la cascara de arroz es el silicio con un 87-97%, este sílice sirve principalmente para cumplir funciones estructurales o para aumentar la resistencia de las mismas, consecuentemente siendo un elemento beneficioso para que el arroz crezca de manera normal, el silicio o sílice se lo encuentra en varias partes de la planta de arroz puede ser; raíz, tallo, hojas, vaina o cascara. Por otro lado, una característica poco común y poco relevante es que presenta propiedades térmicas (Marchesi, 2016; Arcos, Macías y Rodríguez, 2007).

2.2.10 Sectores que utilizan la Cáscara de Arroz

Actualmente el uso de la cascarilla de arroz se da en diferentes ámbitos como en las industrias agropecuarias, ganaderas, de construcción y en la floricultura, entre otras, a pesar que para los productores arroceros este residuo es tedioso en otros ámbitos ha resultado de mucho beneficio. Sirve para formar las camadas de los cerdos y pollos en los galpones la cual les permite tener cierta comodidad, otro de los usos de esta es en la producción de energía (López, 2014 y UAN, 2017).

2.2.10.1 Principales usos de la Cascara de Arroz

- Obtención de etanol por vía fermentativa
- Usan para diferentes tipos de rellenos; cama en avicultura, porcicultura y en transporte de ganado
- Tostado para su uso como sustrato en el cultivo de flores
- Generación de energía (Ladrilleras, secado de arroz y cereales).

- Combustión controlada para uso como sustrato en cultivos hidropónicos.
- Obtención de concreto, cemento y cerámicas.
- Fabricación de Tejas
- Obtención de materiales adsorbentes.
- Reemplaza a la madera
- Material aislante en construcción. .
- Cenizas en cultivos

2.2.11 Piladora de Arroz

La piladora sirve para procesar la gramínea que se cosecha, esta permite pelar o desvainar fácilmente el grano de arroz, cuyo proceso se da a través de la entrada de arroz a través de tamiz vibrante, después pasa por un rodillo elaborado de goma cuya función es de pelado, seguido a esto el arroz pasa a la sala de molienda en donde se introduce aire a presión haciendo que el arroz y la cascara se separen (Fig., 5) (El Comercio, 2017).

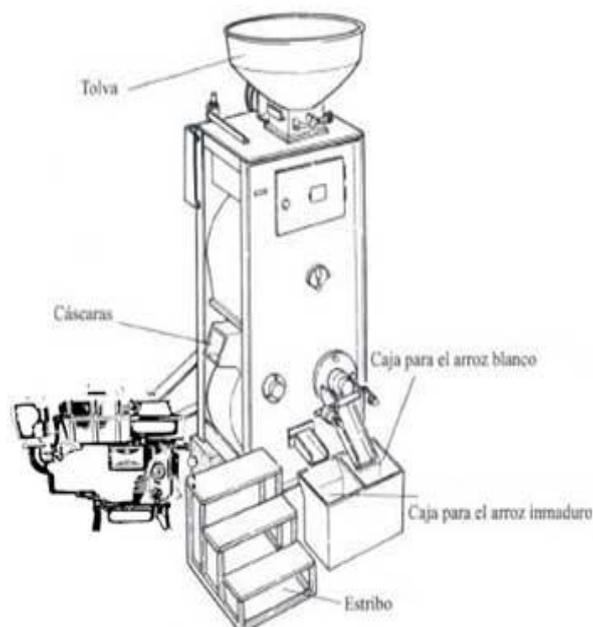


Figura 5. Partes y proceso de una piladora. Fuente: <http://www.torotractor.com/product/OE-Piladora-1>

2.2.12 Almacenamiento de la cáscara de arroz

El almacenamiento de arroz con su cáscara se ha vuelto en un sistema de secado del mismo, dado a que este mantiene un cierto porcentaje de humedad (FAO, 2017).



Figura 6. Almacenamiento del tamo (arroz con cascara).
Foto tomada por Castillo Washington y Lindao Rolando

2.3 El Bloque

La mampostería, el adobe y el cob-noreuropeo, son los recursos arquitectónicos más primitivos en la historia de la albañilería humana. El empleo del adobe se da entre el 10.000 y el 8.000 A.C. (*Antes de Cristo*) Asimismo se ha calculado que los ladrillos, como elemento para la construcción, tienen una antigüedad de unos 11.000 años (Vidaud, 2013).

Los primeros en utilizarlos fueron los agricultores del neolítico pre-cerámico del levante mediterráneo hacia 9500 A. C., (*Antes de Cristo*) ya que en las áreas donde levantaron sus ciudades apenas existía la madera y la piedra (Vidaud, 2013).

Un bloque de hormigón es un mampuesto prefabricado, elaborado con hormigones finos o morteros de cemento, utilizado esencialmente para el levantamiento de edificaciones. Los bloques tienen forma prismática, con dimensiones normalizadas y suelen ser esencialmente huecos, pero esto va a depender básicamente del tipo de bloque manufacturado. En la tabla 7 podemos observar en centímetros las dimensiones de un bloque tradicional de hormigón (Flores, sf).

Tabla 8.

Dimensiones del bloque tradicional.

Bloques	
Dimensiones	Unidades
10 x 20 x 40	cm
20 x 20 x 40	cm
25 x 20 x 50	cm

Nota. Elaborado por: Castillo Washington y Lindao Rolando

Desde su aparición, el uso de los bloques de hormigón en las construcciones en los países tanto sub-desarrollados como desarrollados ha alcanzado una importante expansión, tanto en cantidad como en variedad de usos, volviéndose en uno de los materiales más indispensables dentro de la industria de la construcción (Gordillo, sf).

2.3.1 Proceso de fabricación

La elaboración de bloques se da a través del vertimiento de mezcla de cemento, arena y agregados pétreos (normalmente caliza) en moldes metálicos,

donde sufren un proceso de compactación ya sea manual o industrial. Es habitual el uso de aditivos en la mezcla para modificar sus propiedades tanto de resistencia, textura o de color. La resistencia de cada tipo de bloque está sujeta a las normas de construcción de cada país; por ello es importante el proceso de dosificación óptimo (tabla 8) (Llanos, sf).

Tabla 9

Principales características de bloques de hormigón fabricados con diferentes tipos de agregados.

Agregado (Graduado a 10 mm a 0) TIPO	Densidad (Kg/m³)	Peso Bloque 20x20x40	Resistencia a la Compresión Secc. Bruta (Kg/cm²)	Absorción de agua del Hormigón (kg/m²)
Arena y Grava	2083-2323	18,1	84,4-126,6	112-160
Piedra Caliza	1922-2243	18,1	77,3-126,6	128-192
Arcilla Expandida	1202-1442	11,3	70,3-105,5	192-240
Ceniza Volante	1282-1682	12,7	49,2-70,3	192-288
Piedra pómez	961-1362	10	49,2-63,3	208-304
Escoria	1202-1602	12,7	49,2-84,4	192-256

Nota. Fuente: <http://www.alubrysanluis.com.ar/downloads/folletoTecnico.pdf> Elaborado por: Gordillo

Existen muchos tipos de modelos de bloques el cual describe por sí solo la función específica en un proyecto, tal como son los bloques para, columnas, encofrados, entre otros. A continuación se enumeran los bloques según su tipología (Llanos y Flores, sf):

- **Multicámara:** los bloques de multicámaras presentan huecos internos compartimentados y se los utilizan mayormente en la construcción de paredes. Las divisiones internas aíslan el aire en distintas cámaras, por lo que aumentan el aislamiento de la pared.

- **De carga:** este tipo de bloques son mucho más macizos, y se emplean cuando el muro tiene funciones estructurales, es decir, cuando soporta un piso más.
- **Armados:** estos bloques son diseñados esencialmente para encofrado
- **Cara vista:** son bloques con al menos una de las caras especialmente preparadas para no precisar revestimiento.
- **En U:** se emplean como zunchos para cubrir cantos de forjado, o para crear dinteles.

2.4 Cemento

El cemento es una conglomeración hidráulica, la cual amasado con el agua forma una masa que se endurece a través las reacciones de hidrólisis e hidratación de sus constituyentes, dando lugar a productos hidratados mecánicamente resistentes y estables tanto al aire como bajo agua (Montoya, Moran y Meseguer, 2000). No obstante, el cemento es un material utilizado generalmente para la producción de morteros y hormigones cuando se mezclan con agua y áridos, naturales o artificiales, obteniéndose así elementos constructivos prefabricados o contruidos "*in situ*" (IECA, 2017).

Existen diferentes componentes utilizadas para la elaboración del cemento que en proporciones adecuadas y mediante el proceso de producción, proporcionan las

cualidades físicas, químicas y resistencias adecuadas al uso deseado del mismo (IECA, 2017).

- **Componente principal:** Material inorgánico, especialmente seleccionado, usado en proporción superior al 5% en masa respecto de la suma de todos los componentes principales y minoritarios.
- **Componente minoritario:** Cualquier componente principal, usado en proporción inferior al 5% en masa respecto de la suma de todos los componentes principales y minoritarios.

De igual manera es preciso mencionar que la dosificación de la mezcla, mezclado y procesamiento inicial del hormigón fresco, determina su homogeneidad y densidad. Los hormigones que frecuentemente estarán expuestos a agentes químicos que se sabe producen un rápido deterioro del hormigón por lo cual se protegen con una barrera resistente a dichos agentes químicos (Holcim, 2017).

2.4.1 Tipos de cemento

Existen diferentes tipos de cementos, los cuales se clasifican según sus propiedades específicas, sin considerar restricciones de su composición, de igual manera estos se apegan a la norma Ecuatoriana INEN 2380, la cual es la equivalente a la norma ASTM C1157, basados en esta norma tenemos los siguientes (Holcim, 2017).:

- **Tipo GU:** Para construcción general: Edificios, estructuras industriales, conjuntos habitacionales
- **Tipo HE:** Elevada resistencia inicial: este es utilizado cuando se necesita un secado rápido.
- **Tipo MS:** Moderada resistencia a los sulfatos: este tipo de cemento es destinado a obras de concreto en general y obras que se encuentran expuestas a la concentración moderada de sulfatos o donde se requiera moderado calor de hidratación, cuando así sea especificado, siendo puentes y tuberías de concreto.
- **Tipo HS:** Alta resistencia a los sulfatos. Utilizados esencialmente para la elaboración de canales, alcantarillas, obras portuarias
- **Tipo MH:** Moderado calor de hidratación
- **Tipo LH:** Bajo calor de hidratación: usados para evitar las dilataciones durante el fraguado.

Es necesario recalcar que mientras no se especifique el tipo de cemento se asumirá como cemento tipo GU. Por otro lado, es preciso hacer mención que el tipo de cemento utilizado durante este proyecto fue de tipo GU, ya que es el más utilizado en construcciones de edificaciones en general.

2.5 Piedra chasqui

Este tipo de piedra se la usa para la fabricación de bloques de tamaño pequeño. Para la fabricación de los bloques, no se necesita un tamaño específico de la piedra chasqui. En la fig. 7 podemos apreciar la forma el color y principales características de la piedra chasqui como su porosidad (Fonseca, 2015)



Figura 7. Consistencia de la piedra chasqui. Foto tomada por: Castillo Washington y Lindao Rolando

La piedra chasqui se encuentra en diferentes canteras a nivel mundial, en el Ecuador precisamente se encuentra en la parte de la sierra donde la cantidades de volcanes son considerables, principalmente en Cotopaxi, Tungurahua, Pichincha, Latacunga, Cayambe y Chalupas, en donde se produce como resultado de las explosiones volánticas y de la compactación de la lava al contacto con la atmosfera, consecuentemente esta sufre una desgasificación haciendo que se formen espacios de aire en la misma, dándole así su aspecto y propiedades características (tabla, 10) (Fonseca, 2015; Gallegos, 2015).

Tabla 10*Propiedades físicas de la Piedra Chasqui.*

Valores característicos		
Propiedades	Valor	Unidad
Peso Especifico	0,71	g/cm ³
Abrasión	48,25	%
Carga Abrasiva	12	esferas
Absorción de agua	49,88	%
Densidad Suelta	0,66	g/cm ³
Densidad Compactada	0,75	g/cm ³
Humedad	8,5	%

Nota. Elaborado por: Gallegos Analía, 2015

Este tipo de piedra se compone principalmente de trióxido de sílice y trióxido de aluminio dado a su origen volcánico, de igual manera presenta otros componentes pero en menores cantidades como (tabla, 11):

Tabla 11*Componentes minoritarios de la piedra chasqui.*

Componentes	Porcentajes (%)
Oxido de Silicio (SiO ₂)	71
Oxido de Aluminio (Al ₂ O ₃)	12,8
Óxido de Hierro (Fe ₂ O ₃)	1,75
Oxido de Calcio (CaO)	1,36
Oxido de Sodio (Na ₂ O)	3,23
Potasio	383
Agua (H ₂ O)	3,88

Nota. Elaborado por: Gallegos Analía, 2015

2.6 Arena

Si bien se sabe la arena es un conjunto de partículas de rocas disgregadas en diferentes tamaños, éstas varían entre un rango de 0,063 y 2 mm (fig., 8), su principal componente es el sílice la cual la hace resistente tanto a elevadas temperaturas como componentes químicos, de igual manera, uno de los principales motivos por el cual se usa en la industria de la construcción es su fácil maleabilidad. Por su yacimiento se las clasifica en mina, río, marinas y artificiales, cuando se las obtiene por machaqueo. (González, 2016).

La arena es un material compuesto utilizado especialmente para la construcción de viviendas, es necesario tener en cuenta que esta presenta su propio rango de tamaño para ser considerada arena (fig., 8), una partícula individual dentro de este rango es llamada grano o clasto de arena. Por otro lado, la consolidación de estas partículas es denominada arenisca o calcarenitas si sus componentes son calcáreos (González, sf.).

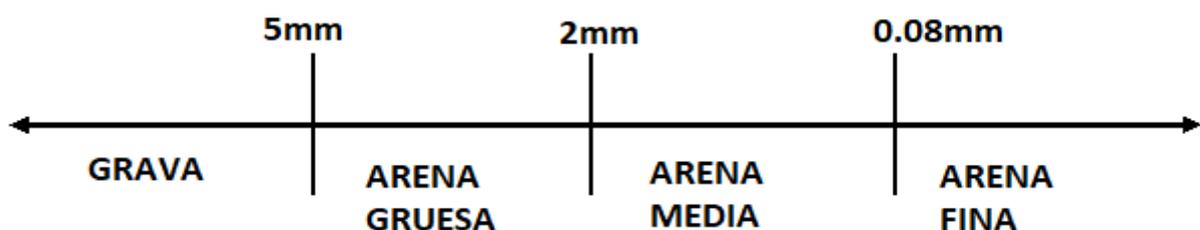


Figura 8. La gradación de tamaños de los áridos

No obstante como cualquier material la arena presenta componentes característicos de la misma como, el sílice generalmente en forma de cuarzo, siendo, estos componentes se encuentran generalmente en tierra continental y en las costas

no tropicales. Sin embargo, la composición de esta varía de acuerdo a las condiciones locales de la roca. Por ejemplo, la arena encontrada en los arrecifes de coral es caliza molida que ha pasado por un proceso de digestión a través del pez loro. En algunos lugares hay arena que contiene hierro, feldespato o, incluso, yeso (González, sf.).

2.6.1 Tipos de arena

Existen diferentes tipos de arenas las cuales varían de color según la roca sedimentaria de la que proceden, por ejemplo, si la arena procede de roca volcánica esta tendrá una coloración negruzca (fig., 9), mientras que si la arena proviene de los arrecifes de coral esta será blanca (Sequeira, 1976):

- **Arenas naturales:** Es producto de la disgregación natural de las rocas, las de mejor calidad son las que contienen sílice o cuarzo (color azul). Procedencia de río, de cantos rodados.
- **De mina:** Es aquella arena que se encuentra depositada en el interior de la tierra formando capas, de forma angular, color azul, gris y rosa, los de color rosa contienen óxido de hierro.
- **De playa:** Requieren proceso de lavado con agua dulce, contienen sal y restos orgánicos.
- **Volcánicas:** Se encuentran en zonas cercanas a los conos volcánicos, de color negro.

No obstante, toda arena no puede ser utilizada para el levantamiento de edificaciones, ya que la arena proveniente del mar presenta grandes cantidades de cloruros el cual corroe el acero y debilitan la capacidad resistente de las estructuras de concreto, por lo que la arena utilizada para la construcción debe de cumplir con la norma ASTM C33 (Hernández, 2017; González, sf.).



Figura 9. Arena volcánica utilizada para la construcción. Foto tomada por: Castillo Washington y Lindao Rolando

2.6.2 Granulometría

Se entiende por granulometría a la medición y degradación de los agregados finos (arena) y gruesos (piedra), este tipo de análisis es utilizado para la separación de partículas según su tamaño a través de técnicas manuales o mecánicas (Bravo, García, Morales y Ramírez, 2012).

Para la separación de estas partículas se utilizan mallas de diferentes tamaños de abertura de poro que van desde la # 100 (150 micras) hasta 9.52 mm, según la

noma ASTM C 33, las cuales proporcionan el tamaño máximo de agregados en cada una de ellas (tabla, 12) (Bravo *et al.*, 2012; Sánchez, 2013).

Tabla 12

Dimensiones de los diferentes agregados.

Dimensiones de la partícula elemental (mm)	sistema internacional	U. S. Dep. de Agricultura	Ex. U.R.S.S.
< 0,001	Arcilla	Arcilla	Arcilla
< 0,002			Limo fino
0,005	Limo	Limo	Limo medio
0,01			Limo grueso
0,02			
0,05	Arena Fina	Arena muy Fina	
0,1		Arena fina	
0,25			
0,2			
0,5	Arena gruesa	Arena Fina	Arena media
1		Arena gruesa	
2		Arena muy gruesa	Arena gruesa
3	Grava Fina	Grava Fina	Grava
5			
10	Grava	Grava	
20	Grava gruesa y piedras	Grava gruesa y piedras	
> 20		Grava gruesa y piedras	

Nota. Tomado de: Granulometría de suelos, por Sánchez, 2013.

La arena que va a ser utilizada en el levantamiento de edificaciones debe de ser (González, s.f.):

- Fácilmente moldeable, de manera que se adapte perfectamente a las formas del modelo y las reproduzca fielmente.
- Ser resistente a la erosión producida por el desplazamiento y el impacto del metal líquido en el interior del molde.
- Resistencia a los ataques químicos que pueden producirse entre el molde y el metal líquido.
- Resistente a altas temperaturas.
- Poseer buena permeabilidad para permitir la evacuación de los gases que se generan durante la colada del molde y del aire que ocupa inicialmente la cavidad.
- Buena capacidad para disipar la energía térmica del metal líquido y favorecer así la correcta solidificación de las piezas.
- Ser colapsable, es decir, presentar una buena capacidad de disgregación.
- Generar buenos acabados superficiales en las piezas.
- Ser reutilizable, de manera que una vez regenerada pueda moldearse nuevamente

2.6.3 Curva granulométrica

Es preciso mencionar que el control de la granulometría se representa mediante la elaboración de grafica de curvas, en donde se representan los porcentajes acumulados en el tamiz y los que pasan a través del mismo (Tabla, 13). De igual manera es necesario tener en cuenta lo dicho según las normas ASTM, en donde se especifica que para aquellos agregados cuyo porcentaje que pasa por mallas de entre 150 y 300 micras, es necesario utilizar de más de 300 kg/m³. Además,

la misma indica que la relación entre el contenido que pasa y el que es retenido no debe ser mayor al 45% del total de dicha muestra (ASOCEM, 1983).

Tabla 13

Porcentajes de contenido que pasa a través de los diferentes tipos de malla según ASTM.

Malla		Porcentaje que pasa (%)
(mm - μ m)	ASTM	
9,5 mm	3-10	100
4,75 mm	4	95-100
2,36 mm	8	80-100
1,18 mm	16	50-85
600 μ m	30	25-60
300 μ m	50	10-30
150 μ m	100	2-10

Nota. Fuente: Boletín Técnico (ASOCEM, 1983).

Este tipo de curvas permite observar la tendencia homogénea o heterogénea que presentan los tamaños de grano (diámetros) de las partículas, esto se basa a partir de la obtención de todos los pesos totales y los pesos retenidos, se procede a realizar la curva granulométrica. Es necesario hacer énfasis que el material mejor graduado es aquel en el que cuyo gráfico granulométrico se encuentra fuera una línea recta desde el límite superior de la izquierda hasta el límite inferior de la derecha, es decir formando una curva las cuales son representadas en un papel denominado “log-normal”, como se muestra a continuación: (Sánchez, 2013; ASOCEM, 1983).

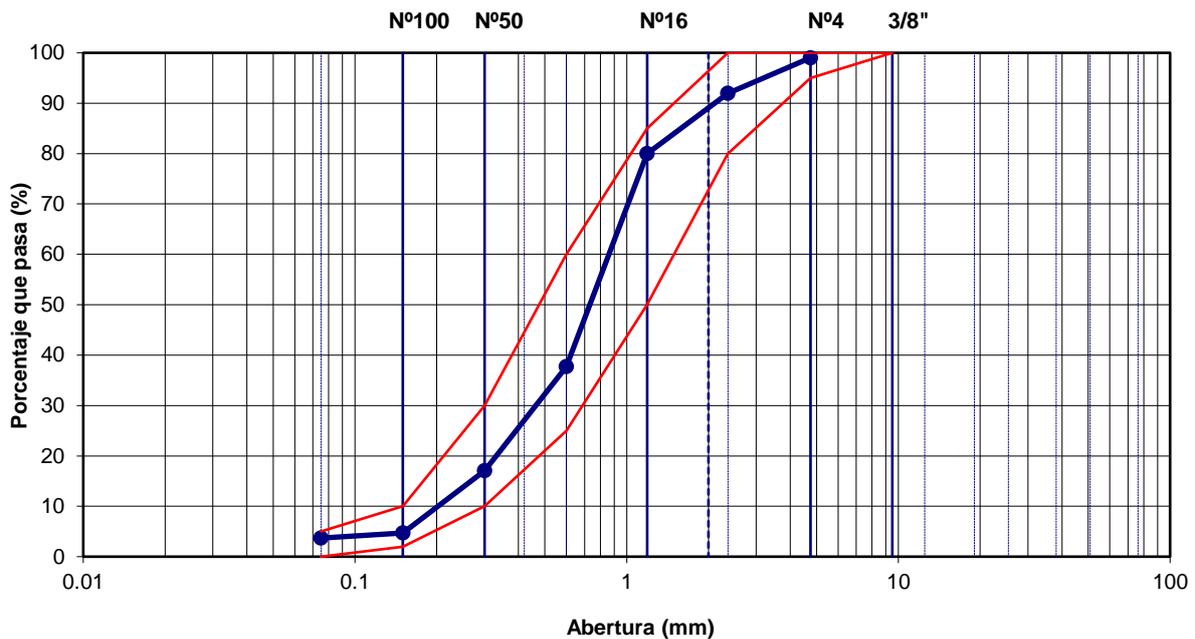


Figura 10. Huso granulométrico del porcentaje que pasa representado en un gráfico. Elaborado por: Washington Castillo y Lindao Rolando

2.7 Agua

El agua es un elemento básico para el desarrollo de la vida, y base de innumerables actividades productivas. Siendo de igual manera uno de los principales y más importantes componentes para la elaboración de bloques es el agua ya que está garantiza la consistencia del mismo. Sin embargo, es necesario tener en cuenta que para la elaboración de estos se debe agregar el agua en una cantidad mínima, dado a que si es agregada a cantidades abrumantes afectara la resistencia del bloque (Fuster, 2010).

No obstante, toda el agua no es apta en las construcciones ya que, las aguas que presenten grandes cantidades de azúcar, ácidos, materia orgánica, aceites, sulfatos, sales alcalinas, efluentes de cloacas, sólidos suspendidos y gases, son

perjudiciales, ya que pueden producir efectos desfavorables sobre el hormigón o sobre las armaduras (Carrasco, 2013).

Asimismo aquellas aguas que presenten calcio, magnesio, sodio, potasio, bicarbonato, sulfatos, nitratos y carbonatos mayor a 2 g/L no son aptas como agua mezcla, dado a que el bicarbonato y especialmente el carbonato afecta al tiempo de fraguado del cemento y consecuentemente la resistencia del hormigón (Rivera, sf.).

No obstante, algunas normas como la norma “Agua para mortero y hormigones” establece que la aptitud del agua depende de su origen. El agua utilizada para la elaboración de hormigón debe de estar por debajo de los 85 °C y libre de cloruros. Las aguas aptas son agua potable, agua recuperada de procesos de la industria del hormigón, aguas procedente de fuentes subterráneas, agua de lluvia, agua superficial natural, aguas residuales industriales (Carrasco, 2013; Trelew, 2014).



Figura 11. Agua potable para la elaboración de bloques y hormigón. Foto tomada por López Doriga.

2.8. Normas

A nivel mundial los terremotos representan uno de los mayores inconvenientes para las estructuras que todo profesional debe considerar, tanto en el diseño como en su construcción. Su respuesta dinámica, asimismo como los daños que estos pueden causar en las edificaciones, dependen no solo de la magnitud del evento telúrico sino también de la calidad de los materiales a utilizar. Durante años se ha venido observando que mientras más complejas sean las estructuras arquitectónicas mayor será la resistencia a los sismos (MIDUVI, 2015).

Sin embargo, en el Ecuador y en muchos otros países, existen construcciones informales, en las cuales las construcciones no cumplen con las normativas de los diseños antisísmicos, por lo que es necesario hacer énfasis en la correcta utilización de las normas, a continuación se presentan las normas más importantes en la construcción (MIDUVI, 2015).

2.8.1 Norma ASTM (Association Standard Testing Materials)

Las normas de ASTM International se usan en investigaciones y proyectos de desarrollo, sistemas de calidad, comprobación y aceptación de productos y transacciones comerciales por todo el mundo, estas normas métodos de ensayo, definiciones, prácticas, clasificaciones y especificaciones”. De igual permiten obtener ciertas características y rendimientos ya sea, para productos, servicios, sistemas entre otros. La aplicación de la misma genera responsabilidad en las personas involucradas en el proyecto (International, 2012).

2.8.1.1 La norma ASTM C33

Esta norma permite la utilización agregado finos con un rango relativamente amplio en la granulometría, sin embargo deben de cumplir las siguientes especificaciones que a veces son limitantes (International, 2012).

- El agregado fino que se vaya a utilizar no debe de tener más del 45% retenido entre dos mallas consecutivas.
- El módulo de finura no debe ser inferior a 2.3 ni superior a 3.1, ni que varíe en más de 0.2 del valor típico de la fuente del abastecimiento del agregado. En el caso de que sobrepase este valor, el agregado fino se deberá rechazar a menos que se hagan los ajustes adecuados en las proporciones del agregado fino y grueso.

Las cantidades de agregado fino que pasan las mallas de 0.30 mm (No.50) y de 0.15 mm (No.100), afectan la trabajabilidad, la textura superficial y el sangrado del concreto (De Freitas, 2013).

2.8.1.2 Norma C127

Esta norma es utilizada para la determinación de la densidad promedio de los agregados gruesos, la densidad relativa y la absorción de agregados gruesos. Dependiendo del procedimiento seguido, la densidad (kg/m^3 (lb/pe^3)) se expresa como condición de secado en horno (OD, por sus siglas en inglés), condición de

saturado superficialmente seco (SSD, por sus siglas en inglés), o como densidad aparente (ASTM International, 2017).

2.8.1.3 Norma C128

Esta norma es utilizada para la determinación de la densidad promedio de los agregados finos, la densidad relativa y la absorción de agregados finos. Dependiendo del procedimiento seguido, la densidad (kg/m^3 (lb/pe^3)) se expresa como condición de secado en horno (OD, por sus siglas en inglés), condición de saturado superficialmente seco (SSD, por sus siglas en inglés), o como densidad aparente (ASTM International, 2017).

2.8.2 Normas ASSHTO

Este tipo de norma se basa prácticamente en determinaciones granulométricas de Límite, Líquido e Índice de Plasticidad y es utilizado principalmente para la construcción de vías cuyas restricciones de agregados finos son los siguientes: %malla n° 200 > 35% = Fino (Anexo 12). Aquellos suelos que presenten 35% de finos o menos son considerados gravas y arenas, mientras aquellos que presenten más del 35% de finos son considerados limosos y arcillosos (Bañon, 2010).

2.8.3 Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2551:2011

La INEN 2551:2011 “establece los requisitos que deben cumplir los materiales secos combinados, ensacados, para hormigones y morteros”, en donde establece el

uso de los diferentes tipos de morteros y hormigones según lo que se desea construir. De igual manera establece que para la construcción de bloques y mortero se debe utilizar hormigón liviano de resistencia normal (Camaniero, 2010).

2.8.4 Norma ACI 318 SUS-14 (332-14)

La norma ACI 332-14 o “Requisitos de Reglamento para concreto estructural” se basa en el uso de materiales de construcción de zapatas, muros de cimentación apoyados en zapatas continuas, y losas sobre el terreno y el levantamiento de edificaciones como viviendas uni o multifamiliares (ACI, 2014).

2.8.5 Norma INEN 2380

Esta tipo de norma clasifica a los cementos, en base a su desempeño, ya sea de uso general, alta resistencia inicial, resistencia al ataque por sulfatos y calor de hidratación. De igual manera esta proporciona otros requisitos que a opción del comprador se pueden aplicar como por ejemplo la propiedad de baja reactividad con áridos reactivos álcali-sílice. No obstante esta norma no establece restricciones en la composición del cemento o de sus componentes (Camaniero, 2011).

MARCO CONCEPTUAL

Las principales terminologías utilizadas para la descripción de suelos se basa prácticamente en la composición de cada uno de ellos, entre los cuales tenemos: grava, arena, limo y arcilla. Sin embargo, la mayor parte de éstos se componen de una mezcla de 2 o más elementos, en base a esto se le atribuye el nombre, es decir, el tipo de suelo se lo denomina según el elemento que lo constituya en mayor cantidad. En base a esto, existen otras terminologías que de igual manera son muy utilizados en las industrias de construcción como:

Agregado: la palabra agregado se utiliza para designar una masa de suelo. Los agregados de suelo pueden definir textura, estructura, compacidad, consistencia y humedad. Entre los principales agregados de suelo tenemos:

Grava: Que es un agregado sin cohesión de fragmentos granulares, poco o no alterados, de rocas y minerales, cuyos tamaños varían entre 5 y 80 mm.

Arena: Es el conjunto de partículas pequeñas de rocas que se acumulan en las orillas del mar o de los ríos, que se usan para elaborar morteros y hormigones, cuyos tamaños varían entre 0.08 y 5 mm.

Arcillas: Son agregados de partículas pequeñísimas derivadas de la descomposición química de las rocas, son plásticas y el tamaño de sus partículas es menor a 0.005 mm.

Granulometría: Es la distribución porcentual (%) en masa de los distintos tamaños de partículas que constituyen una muestra de suelo la cual es representada en una curva granulométrica, que es la representación gráfica de la granulometría, en donde a partir de ésta es posible observar la graduación de un suelo, a través de la utilización de materiales como tamices.

Áridos: Es el principal componente del hormigón, con el que se fabrican los bloques. Su porcentaje entre los materiales constitutivos supone alrededor de un 80%. Para dar una idea de las ventajas económicas que se obtienen con el empleo del bloque de hormigón, en la tabla siguiente se ha comparado 1 m² de mampostería de ladrillos comunes, de 0,30 m de espesor, con otro de bloques huecos de hormigón, de 0,20 m. de espesor. Siendo sus principales características la limpieza y la durabilidad. La limpieza de los áridos implica que estén libres de arcillas, de sedimentos y de materiales orgánicos. La durabilidad de los áridos implica, por su parte, que se hallen libres de partículas blandas.

Piedra Chasqui: Forma parte de los áridos, esta son rocas volcánicas formadas básicamente por el rápido enfriamiento de lava y de fragmentados piroclásticos. Este proceso está dado cuando el magma es expulsado a la superficie y al entrar en contacto con la atmósfera este desarrolla pequeños cristales que forman rocas de grano fino y rocas piroclásticas.

Piroclásticos: Son productos de las erupciones volcánicas explosivas que contienen fragmentos de rocas de diferentes orígenes y varían tanto en tamaño como en forma.

Heterogénea: Una mezcla heterogénea es aquella que posee una composición no uniforme en la cual se pueden distinguir a simple vista sus componentes y está formada por dos o más sustancias, físicamente distintas, distribuidas en forma desigual. Las partes de una mezcla heterogénea pueden separarse mecánicamente. Por ejemplo: las ensaladas o la sal mezclada con arena.

Homogénea: Mezclas homogéneas son aquellas en las que los componentes de la mezcla no son identificables a simple.

Manufactura: Proceso de fabricación de un producto que se realiza con las manos o con ayuda de máquinas.

Mortero: Mezcla de diversos materiales, como cal o cemento, arena y agua, que se usa en la construcción para fijar ladrillos y cubrir paredes.

Radiación electromagnética: La radiación electromagnética está formada por la combinación de campos eléctricos y magnéticos, que se propagan a través del espacio en forma de ondas portadoras de energía. Por ejemplo: la radiación ultravioleta.

Cascara de arroz: corteza dura que recubre el grano de arroz como la cascara. Esta cáscara constituye aproximadamente el 25% del volumen de arroz que es procesado.

Conglomerado: piedra artificial por excelencia en la que, a diferencia de la cerámica, no es el calor sino el agua lo que, en frío, provoca su endurecimiento. Son claras sus ventajas con respecto a otras piedras, naturales o artificiales: pueden controlarse con mayor precisión su composición y propiedades; puede ser fabricado donde y cuando convenga; y, además, puede mejorarse con el concurso de otros materiales, como el acero, el vidrio, el plástico, etc.

Aislamiento térmico: es el conjunto de materiales y técnicas de instalación que se aplican en los elementos constructivos que limitan un espacio caliente para minimizar la transmisión de calor hacia otros elementos o espacios no convenientes. También se aplica a la acción y efecto de aislar térmicamente.

Porosidad: es una medida de espacios vacíos en un material, y es una fracción del volumen de huecos sobre el volumen total, entre 0-1, o como un porcentaje entre 0-100 %. El término se utiliza en varios campos, incluyendo farmacia, cerámica, metalurgia, materiales, fabricación, ciencias de la tierra, mecánica de suelos e ingeniería.

Módulo de finura del agregado fino: es el índice aproximado que nos describe en forma rápida y breve la proporción de finos o de gruesos que se tiene en las partículas que lo constituyen, es un indicador de la finura de un agregado: cuanto mayor sea el módulo de finura, más grueso es el agregado.

MARCO METODOLÓGICO

2.9 Diseño de la Investigación

La metodología a utilizar será empleando los siguientes métodos como: análisis tanto exploratorio, como de observación científica y de organización, de igual manera se analizara técnicamente la implementación de la cascara de arroz en la Zona 8, se utilizara técnicas cualitativas, debido a que se realizara la entrevista a las Autoridades de la misma zona para realizar el perfil del consumidor y analizar la satisfacción con los materiales que han utilizado en las últimas décadas.

2.9.1 Encuesta

Los cuestionarios que se aplicaron a las autoridades de la zona 8, los fueron recolectados en las diferentes organizaciones respectivamente lo que totalizan seis (6) entrevistados. Se detalla cómo se realizó la recolección de los datos, los cuestionarios que se formularon fueron realizados en las respectivas oficinas y domicilios de los habitantes con la cooperación del Concejal de la zona 8, el cual facilito el ingreso para la realización de las entrevistas.

El procedimiento tuvo un periodo de duración de dieciséis (16) horas en las que se visitaron las diferentes avenidas de la ciudad de la zona 8. Teniendo la colaboración activa de los entrevistados al responder las encuestas y se observó que no tenían inquietudes respecto a las preguntas (tabla, 14).

Tabla 14.

Preguntas realizadas durante la ejecución del proyecto.

N°	TÓPICO
1	¿Está usted de acuerdo en utilizar en su vivienda bloques en base a la cáscara de arroz?
2	¿Considera usted que utilizar materiales en base a la cáscara de arroz triturada resulta más económico?
3	¿Usted cree que este proyecto sería de gran impacto en el sector de la construcción?
4	Considerando los datos obtenidos en la fabricación de los bloques revela, que tiene resistencia similar a los bloques tradicionales. ¿Usted construiría su vivienda con el bloque en base a la cáscara de arroz?
5	¿Cree usted que al usar la cáscara de arroz triturada para la fabricación de bloques ayuda a evitar la contaminación ambiental?

Nota. Elaborado por: Castillo Washington y Lindao Rolando

Se tabulo la información obtenida utilizando las técnicas de investigación metodológica en un periodo aproximado de quince horas en un lapso de una semana laboral (lunes a viernes) durante un tiempo de tres horas diarias.

2.9.1 Tamaño de la muestra

Los instrumentos empleados en la investigación tienen validez al estar apoyados en el análisis realizado, a quienes son el grupo objetivo de este proyecto, que son los habitantes de la zona 8. Por consiguiente se determinaron características representativas en las autoridades y habitantes como:

Características demográficas:

- Nivel socio – económico: Media popular

- Nivel de educación: Media- Superior

Características geográficas:

- Cantón: Guayaquil, Duran y Samborondón
- Provincia: Guayas
- Sector: Norte – Centro

2.10 Métodos

Para la realización de este estudio se tomaran en cuenta diversos tipos de métodos los cuales citaremos a continuación, los cuales nos ayudaran a llegar a los objetivos propuestos durante este estudio.

2.10.1 Método analítico: para conocer mejor los objetos es decir las cosas físicas que se encuentran a nuestro alrededor. Se trata de hacer un estudio pormenorizado y de forma organizada de un objeto cualquiera (Ferrer, 2010).

2.10.2 Método Exploratorio: tiene como objetivo principal, examinar la problemática e indagar sobre temas y áreas desde nuevas perspectivas

2.10.3 Método de Observación Científica: permite conocer la realidad mediante la percepción directa de los objetos y fenómenos, puede usarse en distintos momentos de una investigación más compleja, mediante la observación se recoge la información de cada uno de los conceptos o variables definidas en la hipótesis de trabajo, en el modelo.

Algunos autores indican que la capacidad de describir y explicar el comportamiento, al haber obtenido datos adecuados y fiables correspondientes a conductas, eventos y /o situaciones perfectamente identificadas e insertas en un contexto teórico, se conoce como un método de observación científica (Medina y Delgado, 1999; Bartolomé, 1984).

2.10.4 Método de organización: Este método nos indica la manera ordenada y secuencial como se deben realizar las actividades diarias para tener resultados viables y garantizados, con la respectiva organización de las tareas a realizar, ya que cada proceso tiene su tiempo.

2.11 Procedimiento

Para el procedimiento del estudio se tomaron encuentra las diferentes variables tanto dependientes como independiente.

- **Variable dependiente:** Esquematizar la implementación del bloque en base a la cascara de arroz en la zona 8.
- **Variable independiente:** Aceptación de la Población y Estado de las viviendas

Al realizar un análisis del proyecto investigativo fijamos objetivos a largo, mediano y corto plazo, estudiando las probabilidades de ciertos enigmas, entre las soluciones que estudiamos es reducir; costos en las viviendas y un aporte inmenso con el cuidado del medio ambiente.

Este proyecto de investigación se realizó mediante métodos constructivos, los mismos que permiten tener un orden secuencial y ejecutar el proyecto lo más organizado posible, lo que permite obtener mejores ganancias en la elaboración del mortero y bloque en base a la cascara de arroz. Entre los beneficios que se obtienen de esta propuesta de investigación son las siguientes:

- No arrojar la cascara de arroz, una vez pilado al río
- No amontonar en grandes cantidades la cascara de arroz, para luego quemarlas y de esta manera contaminar la población.

2.12 Metodología para la elaboración de bloques a base de cáscara de arroz.

2.12.1 Preparación de la mezcla

- Se tomó los materiales secos (cemento, arena, cascara de arroz y piedra chasqui) y se los procedió a pesar cada uno por separados según las proporciones a utilizar en cada uno de los ensayos.
- A continuación de igual manera que los materiales secos se pesó el agua según las proporciones a utilizar.
- Consiguientemente se tomaron los materiales secos y se los mezcló hasta formar una masa homogénea.
- Seguido se tomó esta mezcla y se le agregó agua hasta que está se homogenizó por completo.

2.12.2 Elaboración del bloque

- Para la elaboración de los bloques se colocó la masa anteriormente elaborada sobre la maquina bloquera y se dejó secar durante 20 minutos.
- Una vez transcurrido este tiempo se procedió a fraguar la masa para poderlo retirar de la máquina.

2.12.3 Elaboración de mortero

Para la elaboración del mortero se utilizaron las proporciones descritas en la tabla 15.

Tabla 15

Proporciones utilizadas para la elaboración del mortero

Proporciones	
Cemento	9.19 kg
Arena	26.53 kg
Cáscara de arroz	1.02 kg
Agua	13 kg

Nota. Elaborado por: Castillo Washington y Lindao Rolando

- Para la elaboración del mortero se trituró inicialmente la cascara de arroz
- Una vez tritura la cascara de arroz se procedió a pesar cada uno de los materiales secos (cascara de arroz triturada, cemento, arena) cada uno por separado.
- Continuamente a esto se procedió a mezclarlos por completo con el agua.

- Una vez mezclados completamente todos los materiales se procedió a enlucir la pared anteriormente construida con bloques hechos a base de la misma composición.

2.13 Pruebas Granulométricas de Arena

Para este estudio se realizaron análisis granulométrico, cuyos objetivos fue de determinar las cantidades de partículas de ciertos tamaños incluidas en el material, es necesario recalcar que las cantidades de partículas son expresadas en gramos (g). La distribución de los tamaños de las partículas se realizó mediante el empleo de mallas con distintos tamaños de abertura de poro, entre un rango de 9.5 mm y 75 μm detalladas a continuación (tabla 16).

Tabla 16

Numero de tamaño de tamiz en relación a sus especificaciones.

Malla		Porcentaje que pasa
9.5 mm	3/8"	100
4.75 mm	No. 4	99
2.36 mm	No. 8	92
1.18 mm	No. 16	80
600 μm	No. 30	37,3
300 μm	No. 50	17
150 μm	No. 100	4,7
75 μm	N°. 200	3,7
FONDO	< 200	

Nota. Elaborado por: Castillo Washington y Lindao Rolando

2.13.1 Procedimiento

La prueba de granulometría consistió en pasar la muestra a través de dichas mallas, en donde se determinó el porcentaje de material que se retiene en cada una ellas.

- Para la realización del ensayo se utilizaron muestras de agregado fino cuyo análisis consiste en el mezclado homogéneo y reducción de la misma según sea necesario, para lo cual se utilizó un partidador de muestras o por cuarteo.
- Una vez homogenizada la muestra está fue pesada en una balanza para saber su peso exacto.
- Luego de ser pesada se ordenan los tamices de mayor a menor y procede a vaciar el material objeto de la prueba.
- Una vez vaciado el material en los tamices se procede a ponerlos sobre un vibrador mecánico para poder obtener los pesos y porcentajes de material retenido y pasado por los tamices de diferente diámetro.

2.13.2 Módulo de finura

De igual manera se procedió a sacar el módulo de finura de la arena. El cual se calculó sumando los porcentajes acumulados en las mallas: 3/8" Numero 4, 8, 16, 30, 50 y 100 inclusive y dividiendo el total entre cien, (tabla 17).

Tabla 17

Porcentajes según el número de malla

Numero de Malla	% de retenido	% de acumulado	% que pasa
3/8"	0	0	100
4	0,98	0,98	99
8	7,05	8,03	92
16	11,97	20	80
30	42,3	62,3	37,7
50	20,66	82,95	17
100	12,38	95,33	4,7
200	0,98	96,31	3,7
< 200	3,7	100	

Nota. Elaborado por: Castillo Washington y Lindao Rolando

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. Si el módulo es mayor de 3.1 se trata de una arena gruesa, los resultados fueron obtenidos a partir de los datos expresados en la tabla 10 y en base a la siguiente fórmula:

$$MF = \frac{\sum \%retenido_acumulados}{100}$$

2.13.3 Determinación de la Gravedad Específica y Porcentaje de Absorción del agregado fino ASTM C 128 y AASHTO T84 determinación de la gravedad específica.

Para la determinación de agregado fino (arena) se determinó utilizando la norma ASTM C128 a través de los siguientes pasos (Cordón y Cortez, 2012):

- Se colocó la arena suelta sobre un molde cónico y se le aplicó 15 golpes con el pisón sobre la superficie.
- A continuación se relleno y se volvió aplicar 10 golpes más para un total de 25 golpes y se enraso el material.
- Una vez enrasado se levanto el molde verticalmente. La arena conservo más de la $\frac{3}{4}$ partes de la altura del cono y se espero durante un lapso de tiempo de 10 minutos y se volvió hacer la prueba, esta vez la arena se desmorono al levantar el cono. Por lo que se comprobó que el agregado llego a su condición de saturado si humedad superficial.
- Consecuentemente se procedió a pesar 500gr de arena en la condición antes mencionada
- Posteriormente se determinó el peso del frasco seco y limpio.
- Se colocaron 500gr de arena en el frasco volumétrico y se llenó de agua hasta la marca de aforo y se agito el frasco hasta eliminar el aire atrapado.
- Después se llenó de agua el frasco, luego se pesó el frasco que contenía la arena nuevamente y el agua añadida para completar la capacidad del recipiente
- Luego se determinó el peso de una tara.
- Posteriormente se retiro el agua y la arena contenida en el frasco. Colocándola en el horno a temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ por 24 horas. En ese tiempo se considera que el árido pierde toda el agua, inclusive la que se encuentra en los poros permeables.
- Pasado las 24 horas se retiró la tara del horno y se refresco la muestra y se determina su peso seco.

- Finalmente se prosiguió a determinar la densidad relativa y porcentaje de absorción mediante las siguientes formulas y los valores estándares de la tabla 18.

Agregado Fino (Arena):

$$G_e = \frac{A}{V - W}$$

$$G_{SSS} = \frac{B}{V - W}$$

$$G_{Ap} = \frac{A}{(V - W) - (B - A)}$$

$$\%Abs = \frac{B - A}{A} \times 100$$

$$W = D - (B + C)$$

$$A = F - W_{tara}$$

En donde:

W = Peso de agua añadida

G_e = Gravedad especifica

G_{Ap} = Gravedad especifica aparente

G_{SSS} = Gravedad especifica en condiciones saturadas superficialmente seca.

%Abs = Porcentaje de absorción

A = Peso de la muestra seca

B = Peso de la muestra en condiciones saturadas superficiales seca

C = Peso del frasco seco y limpio

D =Peso del frasco con agua y la muestra

F = Peso de la tara con la muestra seca

W_{tara} = Peso de la tara

Tabla 18

Valores para análisis de Agregado Fino (Arena).

Arena (g)	
A	476.35
B	500
C	190
D	981.94
F	642.15
W_{tara}	165.8

Nota. Elaborado por:
Castillo Washington y
Lindao Rolando

Para la determinación de agregado grueso (grava) se determinó utilizando la norma ASTM C127 a través de los siguientes pasos:

- Se colocó la grava en un balde durante 24 horas antes para que las condiciones de humedad superficial sea saturada.
- Una vez pasada las 24 se retiró una parte de la grava y se la colocó en un recipiente.
- Posteriormente se la secó utilizando toallas absorbentes .
- Una vez seca la grava se la pesó 1040.25 gramos .
- Luego se determinó el peso del recipiente tanto vacío como con los 1020.5 gramos de grava, estos dos datos fueron anotados para ser utilizados posteriormente.
- Se pesó la tara.

- A continuación se procedió a la extracción de la grava del recipiente y se la depositó en la tara.
- Posteriormente se la introdujo en un horno durante un lapso de 24 horas a una temperatura de 110 ± 5 °C.
- Una vez transcurrido las 24 horas se la sacó del horno y se la dejó enfriar a temperatura ambiente.
- Finalmente se procedió a la determinación de la gravedad absoluta a través de la siguiente fórmula y los valores estándares de la tabla 19

Agregado Grueso (Grava):

$$G_e = \frac{A}{B - C}$$

$$G_{SSS} = \frac{B}{B - B}$$

$$\%Abs = \frac{B - A}{A} \times 100$$

$$C = D - E$$

$$A = F - W_{tara}$$

En donde:

G_e = Gravedad específica

G_{Ap} = Gravedad específica aparente

G_{SSS} = Gravedad específica en condiciones saturadas superficialmente seca.

$\%Abs$ = Porcentaje de absorción

A = Peso de la muestra seca

B = Peso de la muestra en condiciones saturadas superficiales seca

C = Peso de la muestra sumergida en agua

D = Peso de la cesta más muestra sumergida en agua

E = Peso de la cesta vacía sumergida en agua

F = Peso de la tara con la muestra seca

W_{tara} = Peso de la tara

Tabla 19

Valores para análisis de Agregado Grueso (Grava).

Grava (g)	
A	1031.7
B	1040.25
C	668.35
D	1385.35
E	717
F	1197.5
W_{tara}	165.8

Nota. Elaborado por:
Castillo Washington y
Lindao Rolando

2.14 Ensayo de compresión

Este ensayo fue realizado con el fin de saber el comportamiento ante la fuerza o cargas de compresión de los bloques elaborados con cáscara de arroz, utilizando una maquina universal. Una vez concluida la fabricación de los bloques con las diferentes proporciones se los llevó al laboratorio para su respectiva prueba de carga, los cuales se realizaron cuatro ensayos para comprobar la resistencia y eficacia del material.



Figura 12. Maquina utilizada para pruebas de carga.
Foto tomada por: Castillo Washington y Lindao Rolando

La fuerza de rotura se puede describir como simplemente una resistencia a la compresión siendo esta la característica principal del concreto, dada la importancia que reviste esta propiedad, la fuerza de rotura se expresa de la siguiente manera:

$$\text{Fuerza de rotura} = \frac{kg}{cm^2}$$

2.15 Ensayo de fluidez

El ensayo de la fluidez también conocido como extensión de flujo, es el método más simple y el más utilizado para la determinación de la trabajabilidad del hormigón fresco, el cual hace referencia a la facilidad con el que este puede ser mezclado, manejado, colocado, compactado y compactado sin que pierda su homogeneidad.

Para la determinación de la trabajabilidad del hormigón se utiliza el cono de Abrams, en el cual se coloca el hormigón fresco y se deja que este se expanda, una vez que se ha dejado de expandir se mide la muestra con un flexómetro. Es necesario recalcar que la altura del asentamiento no constituye una medida representativa, siendo el diámetro final de extensión (Df) la medida que se obtiene como resultado, asimismo suele medirse el tiempo que tarda la muestra desde el inicio del levantamiento del cono hasta alcanzar un diámetro de 500 mm (T50), y más ocasionalmente, el tiempo final de extensión de flujo (Tf), hasta que la muestra deja de moverse.

2.16 Prueba de temperatura

Para este tipo de pruebas se procedió a utilizar medidores laser, para conocer la temperatura de las áreas hechas a base de mortero y bloques de cascara de arroz. El medidor de temperatura láser ayuda rápida, eficaz y fácilmente la temperatura superficial de un objeto que tenga una superficie visible. La temperatura con el medidor de temperatura laser se determina por la radiación infrarroja. Visión general de los productos.

De este modo, las mediciones de la temperatura sin contacto las puede realizar con este tipo de medidor de temperatura láser. “Con el fin de tener una mejor orientación en la medición el medidor de temperatura laser dispone de un rayo de luz piloto” así lo menciona.



Figura 13. Toma de temperatura a través de medidor laser. Foto tomada por: Castillo Washington y Lindao Rolando

CAPITULO III

PROPUESTA

3.1 Elaboración del Bloque en base a la cáscara de arroz

La máquina bloquera debe de cumplir con las especificaciones técnicas requeridas para poder hacer la incorporación de los materiales a usar, los cuales se agregarán de manera alterna. Una vez definido las proporciones o cantidades correctas que se usara para desarrollar o elaborar el bloque en base a la cascara de arroz, se realiza la respectiva verificación de resistencia y los respectivos requisitos físicos.

Es necesario recordar que el tener una balanza nueva o en buen estado es indispensable para que las proporciones de los materiales a utilizar no varíen. En la fig. 13 se puede observar la integración de los materiales para la elaboración del bloque de cascara de arroz.



Figura 14. Mezclado de la cascara de arroz y arena. Foto tomada por: Castillo Washington y Lindao Rolando

3.2 Maquina usada en la fabricación del Bloque en base a la cáscara de Arroz

El funcionamiento de la máquina bloquera artesanal se basa en la compresión del hormigón. Tiene una tolva donde recibe y almacena el concreto fresco para la fabricación de las piezas, después este material se dosifica en la cantidad necesaria para llenar cada vez el molde manualmente. Los bloques elaborados con esta máquina presentan dimensiones de 0.39 cm x .19 cm x 0.09 cm.



Figura 15. Maquina bloquera. Foto tomada por: Castillo Washington y Lindao Rolando

3.3 Pruebas del Bloque con Cascara de Arroz

Se pesaron los materiales que integran el bloque en base a la cascara de arroz, para proceder con la elaboración del bloque, una vez pesado todos los materiales y homogenizaron entre sí, se los coloco en una maquina bloquera y se los deajo reposar hasta que estos tomaran una consistencia dura, como se puede apreciar en la figura 16.



Figura 16. Estructura de bloques hechos a base de cascara de arroz. Foto tomada por: Castillo Washington y Lindao Rolando

3.3.1 Muestra N° 1

En la primera muestra se utilizaron proporciones de 9x19x39 cm, con las cuales se fabricaron 13 bloques cada uno de 6,5 Kg, cada uno de los bloques fueron elaborados en base a la siguiente tabla, de igual manera se puede observar que la arena fue uno de los materiales mayormente utilizados para la fabricación de los bloques, dado a las características propiamente dichas anteriormente. Seguida de está el segundo material más utilizado de la piedra chasqui, dado a su porosidad, el cual permite obtener bloques livianos y resistentes.

Tabla 20.

Proporciones de materia prima para la elaboración de bloques a base de la cáscara de arroz

Material	Valores
Cemento	13.29 kg
Arena	62.53 Kg
Cáscara de arroz	7.41 Kg
Agua	19.50 Lt

Nota. Elaborado por: Castillo Washington y Lindao Rolando



Figura 17. Pesaje de la arena según las proporciones indicadas anteriormente, utilizada para la elaboración de bloques. Foto tomada por: Castillo Washington y Lindao Rolando

Una vez pesado todos los materiales secos (piedra chasqui, cemento, arena) estos fueron colocados en un recipiente y homogenizados posteriormente como lo muestra la fig. 18.



Figura 18. Homogenización de materiales. Foto tomada por: Castillo Washington y Lindao Rolando

A continuación se agregó el agua según la tabla indicada 19.50 Lt, pero, cabe recalcar que se utilizó mucho más agua que la indicada, lo apreciamos fig. 20.



Figura 19. Mezcla del agua con los materiales secos. Foto tomada por: Castillo Washington y Lindao Rolando

Una vez lista la mezcla con todos los materiales procedió a colocarlo sobre la maquina bloquera, para su respectivo modelación, está permaneció durante un lapso de 45 min antes de ser retirada (Fig. 20).



Figura 20. Moldeado de bloque. Foto tomada por: Castillo Washington y Lindao Rolando

3.3.2 Muestra N° 2

Con las siguientes proporciones propuestas en la tabla 21, se fabricaron 13 bloques de 9x19x39 cm. Cada bloque pesó 6,5 Kg. Los materiales fueron colocados en un recipiente metálico para proceder con la elaboración del bloque en el siguiente orden (tabla 20), tomando en cuenta que se sacó una relación en base al ensayo original cuyas proporciones fueron divididas para una cantidad menor de bloques a la referida en el ensayo # 2.

Tabla 21.

Proporciones de materiales para la segunda muestra.

Material	Valores
Cemento	10,66 Kg.
Piedra chasqui	30,16 Kg.
Arena	44,85 Kg
Cáscara de arroz	4,81 Kg.
Agua	19.50 Lt

Nota. Elaborado por: Castillo Washington y Lindao Rolando

3.3.3 Muestra N° 3

Con las proporciones citadas a continuación, se fabricaron 13 bloques de 9x19x39 cm. Cada bloque pesa 8,1 Kg, 1,6 kg más que en referencia a los ensayos 1 y 2. De igual manera que el ensayo anterior, se procedió a pesar los materiales para la elaboración del bloque en el siguiente orden (tabla 22), tomando en cuenta que se sacó una relación para un número menor de bloques a la referida en el ensayo # 3 originalmente.

Tabla 22.

Proporciones de los materiales descritas para la elaboración de bloques en el tercer ensayo.

Material	Valores
Cemento	13,16 Kg.
Piedra chasqui	30,16 Kg.
Arena	44,85 Kg
Cáscara de arroz	4,81 Kg.
Agua	22,75 Lt

Nota. Elaborado por: Castillo Washington y Lindao Rolando

A continuación se procedió a mezclar los materiales y luego se le agregó el agua en una cantidad mayor a los dos primeros ensayos siendo este de 22.75 Kg (Fig. 27).



Figura 21. Elaboración de bloque. Foto tomada por: Castillo Washington y Lindao Rolando

Finalmente una vez obtenido todo el material homogenizado se procedió a colocarlo en los moldes para darle la forma apropiada y luego de 45 min se retiró del molde (Fig. 22).



Figura 22. Homogenización de los materiales secos con el agua para la elaboración de bloques. Foto tomada de: Castillo Washington y Lindao Rolando

3.3.4 Muestra N° 4

Con estas proporciones se fabricaron 9 bloques de 9x19x39 cm. Cada bloque pesa 8,1 Kg. La cantidad de los bloques se vio reducida dado a que uno de los

principales materiales como lo es la piedra chasqui fue agotado durante el transcurso del ensayo.

Tabla 23.

Proporciones de materiales utilizados en el cuarto ensayo.

Material	Valores
Cemento	14,40 Kg.
Piedra chasqui	12,51 Kg.
Arena	23,22 Kg
Cáscara de arroz	3,33 Kg.
Agua	15,75 Lt

Nota. Elaborado por: Castillo Washington y Lindao Rolando

Se pesaron los materiales para proceder con la elaboración del bloque, en el siguiente orden (tabla, 23) tomando en cuenta que al igual que los ensayos anteriores se sacó una relación para una cantidad menor de bloques a la referida en el ensayo # 4.



Figura 23. Pesaje de arena para la elaboración de los bloques. Foto tomada por: Castillo Washington y Lindao Rolando



Figura 24. Mezclado de los materiales para la elaboración de bloques. Foto tomada de: Castillo Washington y Lindao Rolando

Se procedió a mezclar los materiales, luego se le agregó el agua 15.75 Lt y se lo colocó sobre el molde para darle la forma apropiada y luego de 45 min se retiró del molde.



Figura 25. Elaboración y secado de los bloques. Foto tomada por: Castillo Washington y Lindao Rolando

3.4 RESULTADOS

3.4.1 Pruebas Granulométricas de Arena

Los resultados de la prueba se graficaron junto con los límites que especifican los porcentajes aceptables para cada tamaño (Anexo 13), a fin de verificar si la distribución de tamaños es adecuada y basándose en la norma de la AASTHO T-27 en la cual se estipulan los requisitos que permiten una relativa amplitud de variación en la granulometría del agregado fino.

Calculo Arena

$$A = 642.15 - 165.80 = 476.35 \text{ g}$$

$$B = 981.94 - (500 + 190) = 291.94 \text{ g}$$

$$G_{SSS} = \frac{500}{(500 - 291.94)} = 2.40 \text{ g}$$

$$G_{Ap} = \frac{476.35}{206.61 - 500 + 476.35} = 2.59 \text{ g}$$

$$\%Abs = \frac{500 - 476.35}{476.35} \times 100 = 4.96\%$$

Calculo Grava

$$A = 1197.5 - 165.80 = 1031.70 \text{ g}$$

$$C = 1385.35 - 717 = 668.5 \text{ g}$$

$$G_e = \frac{103.70}{(1040.25 - 668.35)} = 2.77 \text{ g}$$

$$G_{SSS} = \frac{1040.25}{(1040.25 - 668.35)} = 2.79 \text{ g}$$

$$G_{Ap} = \frac{1031.70}{(1031.70 - 668.35)} = 2.83 \text{ g}$$

$$\%Abs = \frac{104.25 - 1031.70}{1031.70} \times 100 = 0.82\%$$

Tabla 24.

Tabla de resultados

	Arena (g)	Grava (g)
G_e	-	2.77
G_{SSS}	2.4	2.79
G_{Ap}	2.59	2.83
% Abs.	4.96	0.82

Nota. Elaborado por: Castillo Washington y Lindao Rolando

La determinación del porcentaje de absorción de los materiales a utilizar nos ayuda a la obtención de masas más homogéneas, las cuales constaran de proporciones específicas para la elaboración de los materiales de construcción ya sean estos bloques, morteros o cualquier tipo de concreto.

En la tabla 24 se puede observar los valores tanto de densidad específica (G_e), densidad especifica aparente (G_{Ap}), gravedad especifica en condiciones de saturación

(G_{sss}) y el porcentaje de absorción (%Abs) de los materiales: Arena y Grava (Piedra chasqui); en donde la relación de densidad específica aparente de la grava y la arena fueron de 2.83g y 2.59g respectivamente, los cuales se define como un porcentaje aceptado dado a que mayor sea su densidad mejor serán sus resultados.

En cuanto a sus porcentajes de absorción para la arena fue 4.96% dando a anotar que este tipo de material es apto para ser utilizado en la manufacturación de materiales de construcción ya que se encuentra dentro de los promedios permitidos que van desde 0% hasta 5%, mientras que los porcentajes de absorción 0.82%, determinando así que la grava al igual que la arena es apta para ser utilizada en la elaboración de materiales de construcción dado a que se encuentra entre los rangos permitidos según las normas que va desde 0% hasta 3%.

3.4.2 Módulo de finura

Para el módulo de finura se procedió a sumar todos los porcentajes acumulados de las pruebas granulométricas.

$$\mathbf{Módulo\ de\ finura} = \frac{(0 + 0,98 + 8,03 + 20 + 62,30 + 82,95 + 92,33)}{100}$$

$$\mathbf{Módulo\ de\ finura} = \frac{269,59}{100}$$

$$\mathbf{Módulo\ de\ finura} = 2.69 \approx \mathbf{2.70}$$

En base a estos resultados se pudo determinar que la arena utilizada para la elaboración de bloques durante el proyecto, es arena gruesa ya que se encuentra

entre los valores de 2mm y 5mm, haciéndola apta para ser utilizada en la construcción.

3.5 Pruebas de Compresión.

Una vez concluida la fabricación de los bloques con las diferentes proporciones se los llevó al laboratorio para su respectiva prueba de carga, los cuales se realizaron cuatro ensayos para comprobar la resistencia y eficacia del material.

3.5.1 Primer ensayo

Tabla 25.

Proporciones de fuerza de rotura del primer ensayo.

PROPORCIONES	
5.84	Kg/cm ²
3.24	Kg/cm ²
8.6	Kg/cm ²
4.2	Kg/cm ²
3.68	Kg/cm ²
5.52	Kg/cm ²
4.68	Kg/cm ²
16	Kg/cm ²
5.2	Kg/cm ²
3.24	Kg/cm ²
5.88	Kg/cm ²
11.8	Kg/cm ²

Nota. Elaborado por:
Castillo Washington y
Lindao Rolando



Figura 26. a. Colocación del bloque hecho a base de cascara de arroz en la maquina universal para carga. **b.** Valoración de la fuerza de rotura del primer ensayo. Foto tomada por: Castillo Washington y Lindao Rolando.

3.5.2 Segundo ensayo

Tabla 26.

Proporciones de la fuerza de rotura del segundo ensayo.

PROPORCIONES	
8.4	Kg/cm ²
8	Kg/cm ²
3.4	Kg/cm ²
3.6	Kg/cm ²
2.72	Kg/cm ²
3.4	Kg/cm ²
6.4	Kg/cm ²
3.8	Kg/cm ²
4.8	Kg/cm ²
12	Kg/cm ²
2.8	Kg/cm ²

Nota. Elaborado por:
Castillo Washington y
Lindao Rolando



Figura 27. Valoración de la fuerza de rotura de los bloques hecho a base de la cascara de arroz, en el segundo ensayo. Foto tomada por: Castillo Washington y Lindao Rolando.

3.5.3 Tercer Ensayo

Tabla 27.

Proporciones de fuerza de rotura del tercer ensayo.

PROPORCIONES	
9.8	Kg/cm ²
9.48	Kg/cm ²
7.88	Kg/cm ²
8.44	Kg/cm ²
8	Kg/cm ²
7.4	Kg/cm ²
8.4	Kg/cm ²
6.8	Kg/cm ²
7.64	Kg/cm ²
7	Kg/cm ²
8	Kg/cm ²
9.2	Kg/cm ²
8.72	Kg/cm ²

Nota. Elaborado por:
Castillo Washington y
Lindao Rolando



Figura 28. a. Maquina universal de carga. b. Visualización y valoración de la fuerza de rotura de los bloques hecho a base de cascara de arroz. Foto tomada por: Castillo Washington y Lindao Rolando.

3.5.4 Cuarto Ensayo.

Tabla 28.

Proporciones de la fuerza de rotura del cuarto ensayo del bloque hecho a base de cáscara de arroz.

PROPORCIONES	
14.2	Kg/cm ²
13.6	Kg/cm ²
14.4	Kg/cm ²
13.8	Kg/cm ²
14.2	Kg/cm ²
12.4	Kg/cm ²
13.4	Kg/cm ²
13.6	Kg/cm ²

Nota. Elaborado por:
Castillo Washington y
Lindao Rolando



Figura 29. Visualización del proceso de rotura del bloque elaborado con cascara de arroz. Foto tomada por: Castillo Washington y Lindao Rolando.

Tabla 29.

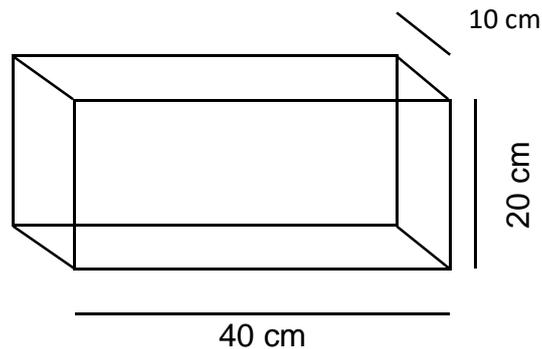
Cuadro comparativo entre los diferentes tipos de bloques tradicionales.

ROTURA DE BLOQUES					
PIEDRA POMEZ		VICTORIA		ROCAFUERTE	
14,20	Kg/cm ²	17,44	Kg/cm ²	14,40	Kg/cm ²
13,60	Kg/cm ²	16,00	Kg/cm ²	14,80	Kg/cm ²
12,72	Kg/cm ²	12,00	Kg/cm ²	14,80	Kg/cm ²
13,60	Kg/cm ²	12,40	Kg/cm ²	12,00	Kg/cm ²
13,72	Kg/cm ²	13,52	Kg/cm ²	13,40	Kg/cm ²
11,60	Kg/cm ²	15,60	Kg/cm ²	11,60	Kg/cm ²
15,00	Kg/cm ²	10,40	Kg/cm ²	14,00	Kg/cm ²
12,00	Kg/cm ²	12,80	Kg/cm ²	12,20	Kg/cm ²
13,80	Kg/cm ²	14,00	Kg/cm ²	12,40	Kg/cm ²
-	-	11,72	Kg/cm ²	13,40	Kg/cm ²

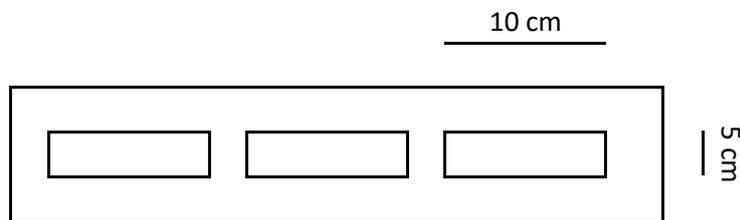
Nota. Fuente: Investigación Directa. Elaborado por: Castillo Washington y Lindao Rolando

Para poder sacar la fuerza de rotura de cada uno de los bloques en los diferentes ensayos, se sacó en primer lugar el área de comprensión real a través de las siguientes formulas:

$$\text{Area de compresion} = 10 \text{ cm} \times 40 \text{ cm} = 400 \text{ cm}^2$$



$$\text{Área de oquedades del bloque} = 10 \text{ cm} \times 5 \text{ cm} \times 3 = 150 \text{ cm}^2$$



$$\text{Área real de compresión} = 400 \text{ cm}^2 - 150 \text{ cm}^2 = 250 \text{ cm}^2$$

Cabe recalcar que, los valores de fuerza de rotura graficados en las tablas de cada uno de los ensayos (tablas, 24, 25, 26 y 27), al igual que en la comparación de entre diferentes tipos de bloque (tabla, 28), fueron obtenidos a partir de la división de los valores reales (anexo, 16) para el área sobre la cual se ejerce la compresión del bloque, ejemplo:

$$\text{Fuerza de rotura} = \frac{1460 \text{ kg}}{250 \text{ cm}^2} = 5.84 \text{ kg/cm}^2$$

Debido a las propiedades de resistencia a la rotura similares a los bloques tradicionales llámese a estos bloques (piedra pómez, Victoria o Rocafuerte) se decidió elegir este ensayo como el más viable en cuanto a su resistencia en relación a sus

respectivas proporciones de cada uno de los materiales, el cual, se cree que en un futuro pueden ser utilizados para la construcción de viviendas. La utilización de distintas proporciones tanto en piedra chasqui, cemento, arena y cascara de arroz, fueron utilizadas para la verificación de la viabilidad de cada uno de las muestras.

3.6 Pruebas de temperatura.

En este tipo de prueba se utilizó un medidor de temperatura láser como ayuda rápida, eficaz y permitiendo que la toma de temperatura superficial de un objeto que tenga una superficie visible fuera fácil de obtener, asimismo se utilizó una hornilla eléctrica para proporcionar calor durante la toma de temperatura. La temperatura con el medidor laser se determina por la radiación infrarroja, dando una visión general de los productos. Para esto se colocó el medidor laser a una distancia de 50cm en el lado exterior de la pared y de a 1m en el lado interior de la misma (fig. 32).

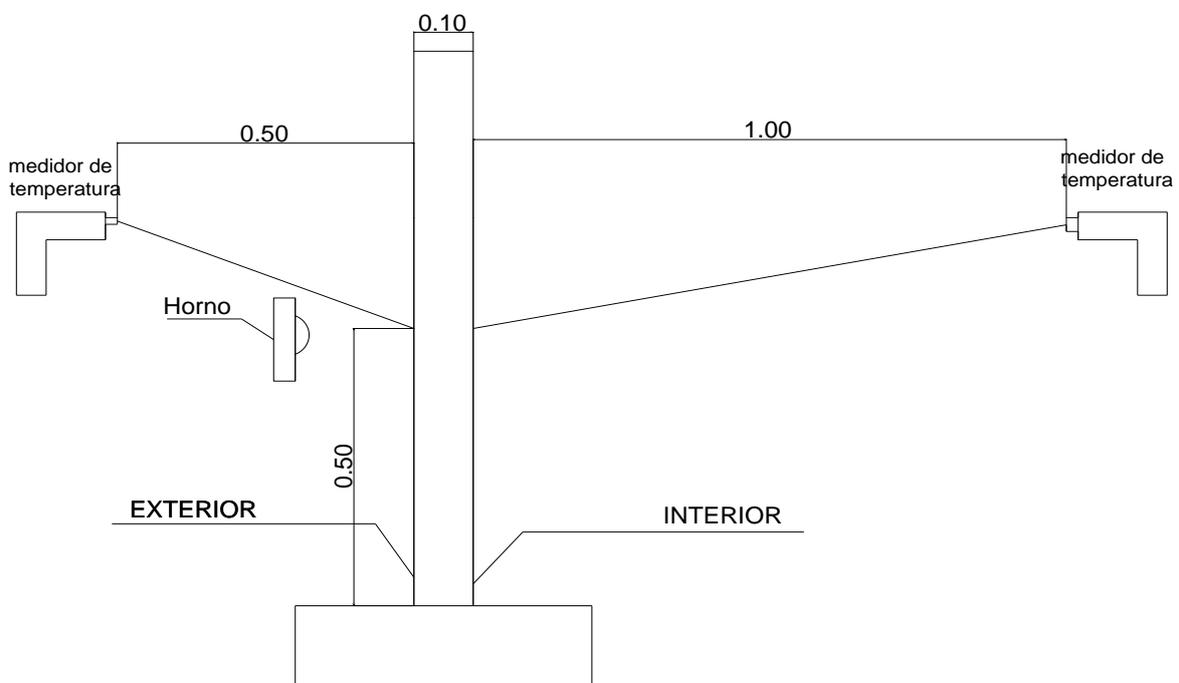


Figura 30. Esquematación de la toma de temperatura a través del uso del medidor laser. Elaborado por: Castillo Washington y Lindao Rolando

En las tablas 30 se muestran los resultados de la toma de temperatura durante el 14 de agosto, en la cual se puede observar las diferencias significativas del aislamiento del calor en comparación entre las paredes edificadas con bloques elaborados a base de cáscara de arroz y los bloques tradicionales, de igual manera se puede observar el porcentaje de la retención de calor y el porcentaje de la temperatura exterior de ambas paredes.

Tabla 30.

Temperaturas de las paredes elaboradas con bloques hechas a base de cascara de arroz y bloque tradicional, durante el 14 de agosto del 2017.

Toma de temperatura									
Pared con bloque con cascara de arroz Temp. Inicial= 25.1°C Se colocó una hornilla eléctrica para dar temperatura a la pared					Pared con bloque tradicional Temp. Inicial= 27.1°C Se colocó una hornilla eléctrica para dar temperatura a la pared				
Hora	Interior	Exterior	% temp. Interior	% reten. Temp.	Hora	Interior	Exterior	% temp. Interior	% reten. Temp.
19:11	24.9	-	-	-	20:30	27.2	50.6	54%	46%
19:16	24.7	-	-	-	20:35	26.2	54.9	48%	53%
19:21	24.7	-	-	-	20:40	25.9	51.2	51%	49%
19:26	24.7	58.2	42%	58%	20:45	25.8	55.8	46%	54%
19:31	25.4	62.5	41%	59%	20:50	26	58.5	44%	56%
19:36	25.2	74	34%	66%	20:55	26.1	61.1	43%	57%
19:41	25.7	74.5	34%	66%	21:00	26.2	65.2	40%	60%
19:46	26.7	74.7	36%	64%	21:05	26.5	69.8	38%	62%
19:51	26.9	76.7	35%	65%	21:10	26.5	69.9	38%	62%
19:56	27.3	76.7	36%	64%	21:15	26.7	62.7	43%	57%
20:01	27.9	76.3	37%	63%	21:20	27.1	67.3	40%	60%
20:06	27.5	78.5	35%	65%	21:25	27.2	69.1	39%	61%
20:11	27.9	76.1	37%	63%	21:30	27.4	65.9	42%	58%
20:16	28.9	77.3	37%	63%	21:35	27.7	66.1	42%	58%
20:21	29.5	77.3	38%	62%	21:40	27.8	64.5	43%	57%

Nota. Elaborado por: Castillo Washington y Lindao Rolando

Asimismo se da a notar que la pared manufacturada con bloques con cáscara de arroz presento mejores resultados en relación a la pared con bloques tradicionales siendo de 29.5 °C en el interior y 77.3°C en el exterior de la misma (Fig. 33)

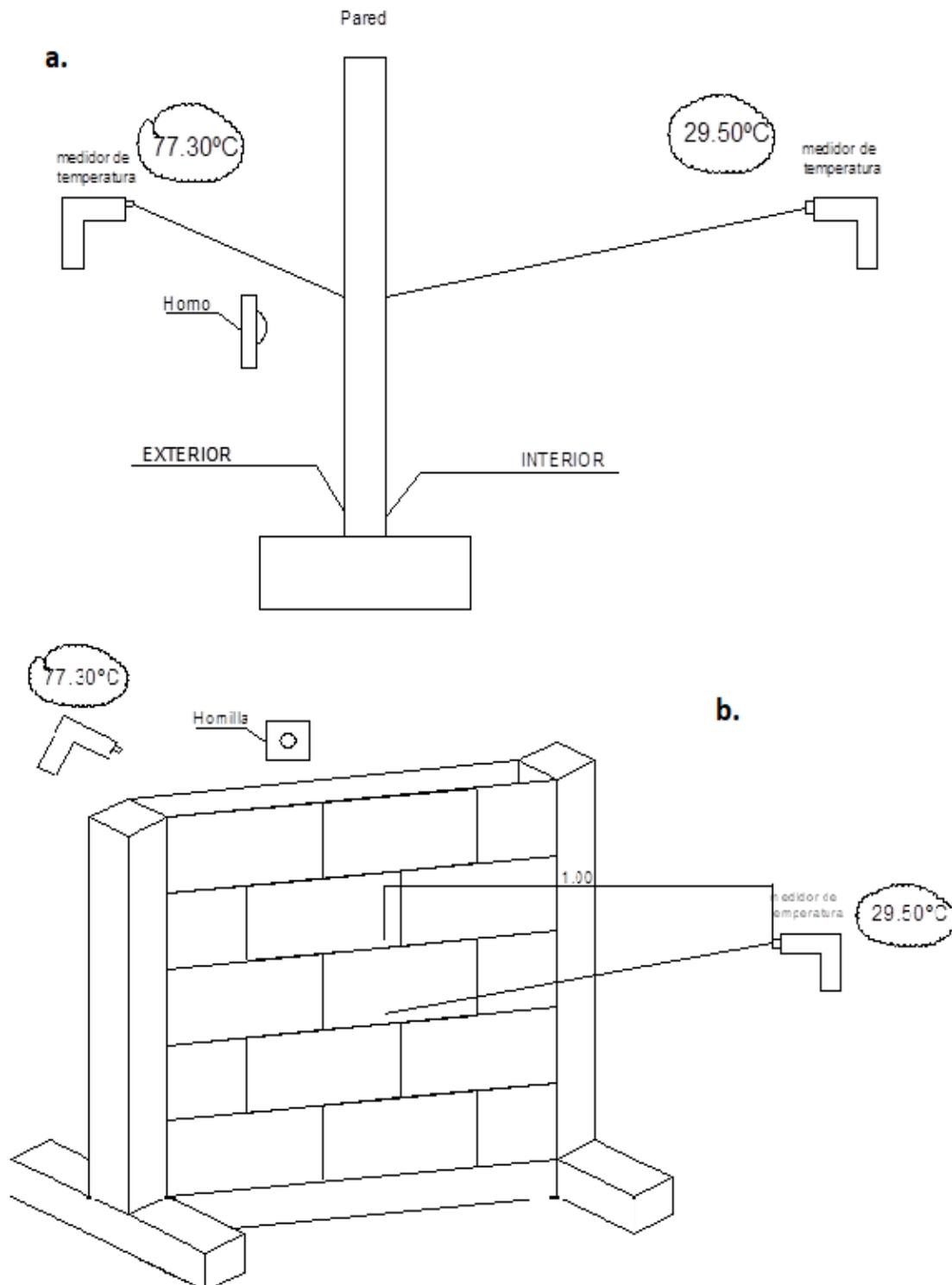


Figura 31. Esquematización de la toma de temperatura del exterior e interior de la pared elaborada a base de cáscara de arroz. **a.** Vista lateral. **b.** Vista frontal. Elaborado por: Castillo Washington y Lindao Rolando

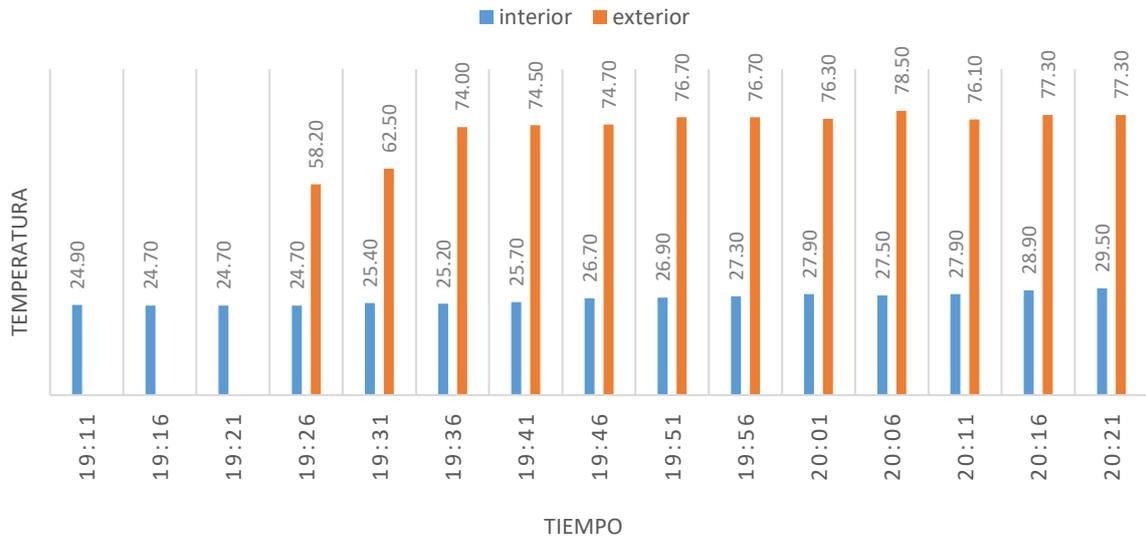


Gráfico 1. Rangos de temperaturas tomadas durante el mes de agosto de las paredes hechas con bloque a base de cascara de arroz, tomadas durante el 14 agosto desde las 19:00 pm hasta las 20:30 pm. Elaborado: Castillo Washington y Lindao Rolando

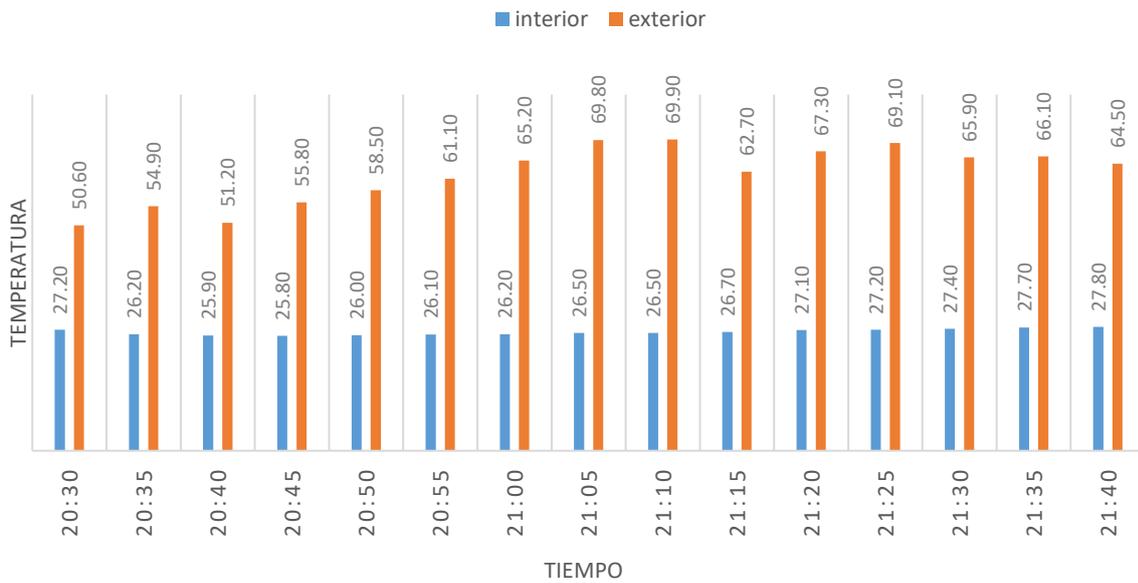


Gráfico 2. Rangos de temperaturas tomadas durante el mes de agosto de las paredes hechas con bloque tradicional, t tomadas durante el 14 agosto desde las 20:30 pm hasta las 21:40 pm. Elaborado: Castillo Washington y Lindao Rolando

En las tablas 31 y 32 que se muestran a continuación se puede observar los resultados de las temperaturas obtenidas durante el 21 y 28 de agosto tomadas durante la noche y el día respectivamente, en las cuales se observa la variación de

las temperaturas entre las paredes revestidas con mortero hecho a base de cáscara de arroz y del mortero tradicional. Las temperaturas tomadas durante la noche fueron de 27.3°C en el exterior para ambas paredes, sin embargo, no fue lo mismo para el interior de la pared ya que estas presentaron una diferencia de 13.8°C, siendo la pared con cáscara de arroz la mejor alternativa como aislante térmico.

Tabla 31.

Temperaturas de las paredes elaboradas con bloques hechos a base de cáscara de arroz y bloque tradicional, durante 21 agosto del 2017.

Toma de temperatura									
Pared enlucida con mortero con cáscara de arroz Temp. Inicial= 25.3°C Se colocó una hornilla eléctrica para dar temperatura a la pared					Pared enlucida con mortero tradicional Temp. Inicial= 25.8°C Se colocó una hornilla eléctrica para dar temperatura a la pared				
Hora	Interior	Exterior	% temp. Interior	% reten. Temp.	Hora	Interior	Exterior	% temp. Interior	% reten. Temp.
18:40	24.40	66.20	37%	63%	19:55	25.60	49.90	51%	49%
18:45	24.10	55.90	43%	57%	20:00	25.50	62.40	41%	59%
18:50	24.10	80.90	30%	70%	20:05	25.60	65.50	39%	61%
18:55	24.00	63.30	38%	62%	20:10	25.70	72.20	36%	64%
19:00	23.70	80.80	29%	71%	20:15	25.60	77.80	33%	67%
19:05	24.00	66.10	36%	64%	20:20	25.70	81.00	32%	68%
19:10	24.10	66.50	36%	64%	20:25	25.90	76.10	34%	66%
19:15	25.10	70.70	36%	64%	20:30	26.20	80.80	32%	68%
19:20	25.50	72.10	35%	65%	20:35	26.50	82.70	32%	68%
19:25	26.50	82.90	32%	68%	20:40	26.90	83.90	32%	68%
19:30	27.30	98.10	28%	72%	20:45	27.30	84.30	32%	68%
19:35	28.10	87.40	32%	68%	20:50	28.10	89.00	32%	68%
19:40	28.70	90.70	32%	68%	20:55	28.60	87.60	33%	67%
19:45	29.60	95.80	31%	69%	21:00	29.20	83.70	35%	65%
19:50	29.90	97.30	31%	69%	21:05	29.70	85.00	35%	65%

Nota. Elaborado por: Castillo Washington y Lindao Rolando

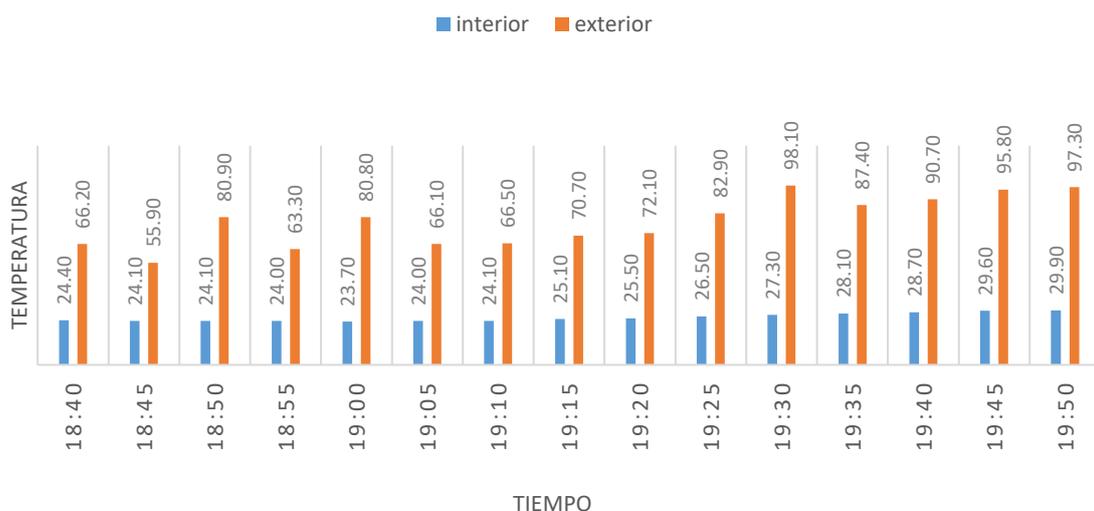


Gráfico 3. Rangos de temperaturas tomadas durante el mes de agosto de las paredes enlucidas con mortero con cascara de arroz, t tomadas durante el 21 agosto desde las 18:00 pm hasta las 19:50 pm. Elaborado: Castillo Washington y Lindao Rolando

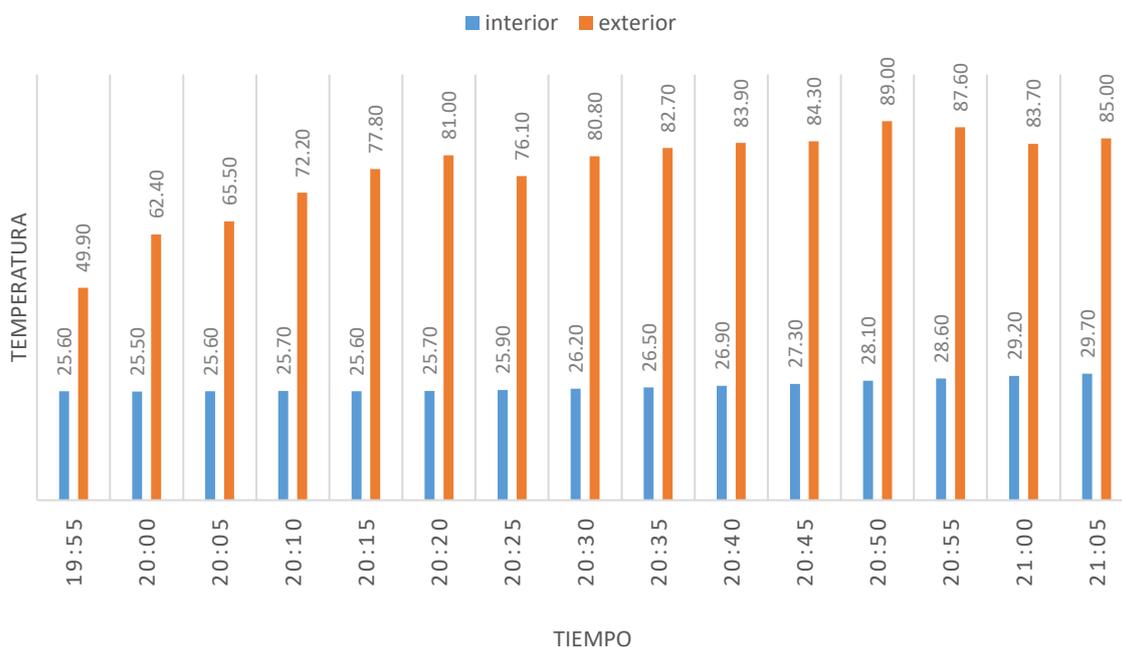


Gráfico 4. Rangos de temperaturas tomadas durante el mes de agosto de las paredes enlucidas con mortero tradicional, t tomadas durante el 21 agosto desde las 19:55 pm hasta las 21:05 pm. Elaborado: Castillo Washington y Lindao Rolando

Tabla 32.

Temperaturas de las paredes elaboradas con bloques hechas a base de cascara de arroz y bloque tradicional, durante 28 agosto del 2017.

c									
Pared enlucida con mortero con cáscara de arroz Temp. Inicial= 25.5°C Se colocó una hornilla eléctrica para dar temperatura a la pared					Pared enlucida con mortero tradicional Temp. Inicial= 26.1°C Se colocó una hornilla eléctrica para dar temperatura a la pared				
Hora	Interior	Exterior	% temp. Interior	% reten. Temp.	Hora	Interior	Exterior	% temp. Interior	% reten. Temp.
12:05	25.20	52.20	48%	52%	11:05	25.70	51.10	50%	50%
12:10	25.50	77.60	33%	67%	11:10	26.10	55.60	47%	53%
12:15	25.00	78.60	32%	68%	11:15	24.10	58.30	41%	59%
12:20	24.30	82.00	30%	70%	11:20	24.10	58.70	41%	59%
12:25	24.00	82.60	29%	71%	11:25	23.90	60.50	40%	60%
12:30	24.20	81.30	30%	70%	11:30	24.00	67.20	36%	64%
12:35	24.50	78.30	31%	69%	11:35	24.00	69.20	35%	65%
12:40	24.70	79.10	31%	69%	11:40	24.20	71.10	34%	66%
12:45	25.30	94.90	27%	73%	11:45	24.70	71.50	35%	65%
12:50	26.60	88.10	30%	70%	11:50	25.90	78.30	33%	67%
12:55	27.60	93.70	29%	71%	11:55	26.70	84.50	32%	68%
13:00	28.10	86.40	33%	67%	12:00	27.00	85.00	32%	68%

Nota. Elaborado por: Castillo Washington y Lindao Rolando

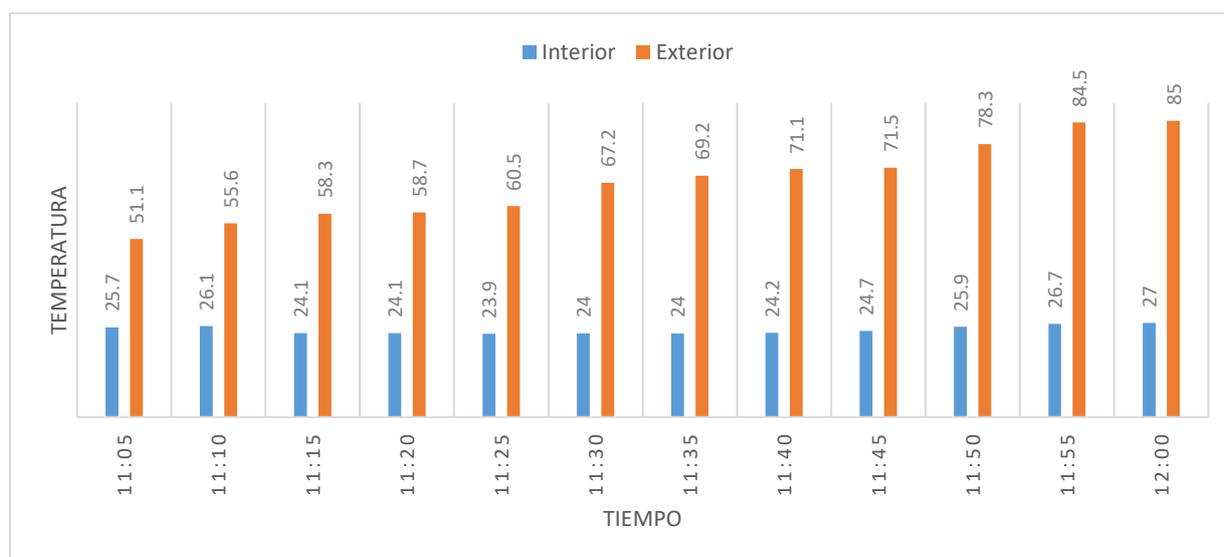


Gráfico 5. Rangos de temperaturas tomadas durante el mes de agosto de las paredes enlucidas con mortero con cascara de arroz, t tomadas durante el 28 agosto desde las 12:05 pm hasta las 13:00 pm. Elaborado: Castillo Washington y Lindao Rolando

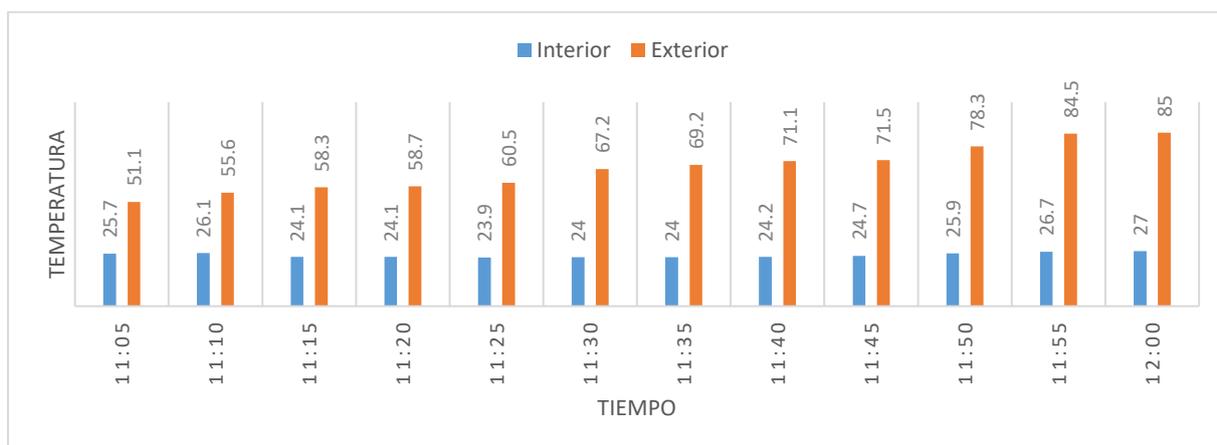


Gráfico 6. Rangos de temperaturas tomadas durante el mes de agosto de las paredes enlucidas con mortero tradicional, t tomadas durante el 28 agosto desde las 12:05 pm hasta las 13:00 pm. Elaborado: Castillo Washington y Lindao Rolando

3.7 Resultado de la entrevista

1.- ¿Está usted de acuerdo en utilizar en su vivienda bloques en base a cáscara de arroz?

Tabla 33.

Porcentajes obtenidos a base de la primera pregunta de la encuesta realizada.

	Valor	Porcentaje (%)
SI	6	100%
NO	0	0%
TOTAL	6	100%

Nota. Investigación Directa Elaborado por: Castillo Washington y Lindao Rolando

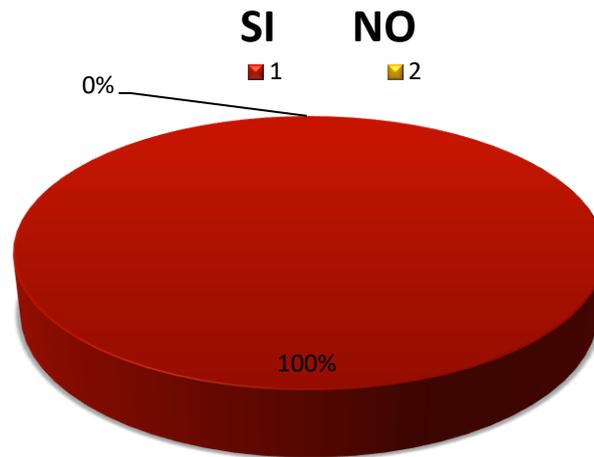


Gráfico 7. Porcentajes basados en el uso de bloques elaborados en base de cascara de arroz en la construcción de viviendas. Elaborado por: Castillo Washington y Lindao Rolando

En el grafico 7 se muestra como todas las autoridades entrevistadas coincidieron que si utilizarían el bloque en base a la cascara de arroz, e indican que sería beneficioso el uso del mismo, ya que las bondades que brinda este material evitara el uso de aparatos electrónicos para mantener un ambiente cálido, considerando el calor que existe en la ciudad de Atahualpa.

2.- ¿Considera usted que utilizar materiales en base a la cascara de arroz triturada resulta más económico?

Tabla 34.

Porcentajes obtenidos a base de la segunda pregunta de la encuesta realizada.

	Valor	Porcentaje (%)
SI	5	83%
NO	1	17%
TOTAL	6	100%

Nota. Investigación Directa Elaborado por: Castillo Washington y Lindao Rolando

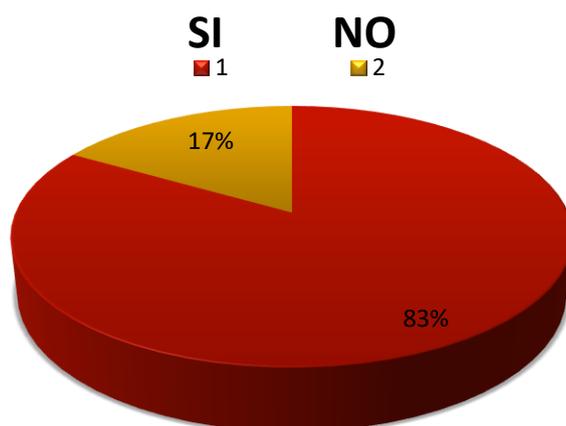


Gráfico 8. Rentabilidad de los bloques elaborados a base de la cascara de arroz. Elaborado por: Castillo Washington y Lindao Rolando

Se puede observar en el grafico 8 que el 83% de las autoridades entrevistadas están de acuerdo que es más económico un bloque en base a la cascara de arroz, que un bloque tradicional. Y tan solo un 17% le es indiferente la propuesta, ya que indica que están acostumbrados a utilizar el bloque tradicional y se encuentra conforme con el mismo hasta el momento.

3.- ¿Usted cree que este proyecto sería de gran impacto en el sector de la construcción?

Tabla 35.

Porcentajes obtenidos a base de la tercera pregunta de la encuesta realizada

	Valor	Porcentaje (%)
SI	6	100%
NO	0	0%
TOTAL	6	100%

Nota. Investigación Directa Elaborado por: Castillo Washington y Lindao Rolando

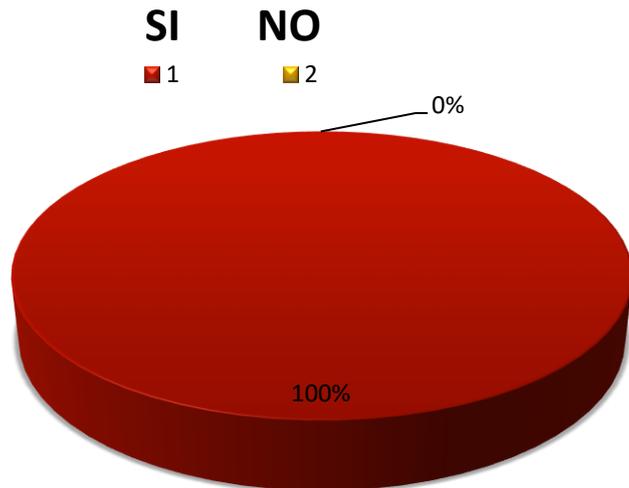


Gráfico 9. Porcentajes de aceptación de nuevos materiales en la construcción.
Elaborado por: Castillo Washington y Lindao Rolando

El 100% de las autoridades entrevistadas como lo podemos apreciar en el gráfico 9, coinciden que este proyecto será magnífico a nivel de la construcción y medio ambiente.

4.- Considerando los datos obtenidos en la fabricación de los bloques revela, que tiene resistencia similar a los bloques tradicionales. ¿Usted construiría su vivienda con el bloque en base a la cáscara de arroz?

Tabla 36.

Porcentajes obtenidos a base de la cuarta pregunta de la encuesta realizada

	Valor	Porcentaje (%)
SI	5	83%
NO	1	17%
TOTAL	6	100%

Nota. Investigación Directa Elaborado por: Castillo Washington y Lindao Rolando

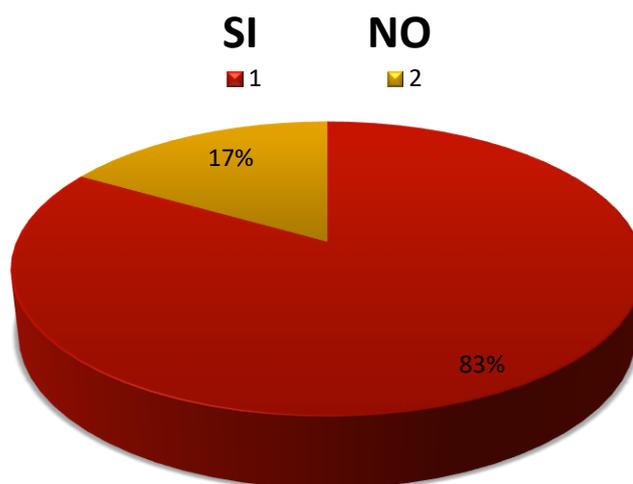


Gráfico 10. Resistencia del bloque con cascara de arroz. Elaborado por: Castillo Washington y Lindao Rolando

Como se muestra en el gráfico 10 tan solo un 17% no está de acuerdo en implementar o reemplazar el bloque tradicional y el 83% de las autoridades entrevistadas están de acuerdo en utilizar el bloque de la cascara de arroz.

5.- ¿Cree usted que al usar la cascara de arroz triturada para la fabricación de bloques ayuda a evitar la contaminación ambiental?

Tabla 37.

Porcentajes obtenidos a base de la quinta pregunta de la encuesta realizada.

	Valor	Porcentaje (%)
SI	6	100%
NO	0	0%
TOTAL	6	100%

Nota. Investigación Directa Elaborado por: Castillo Washington y Lindao Rolando

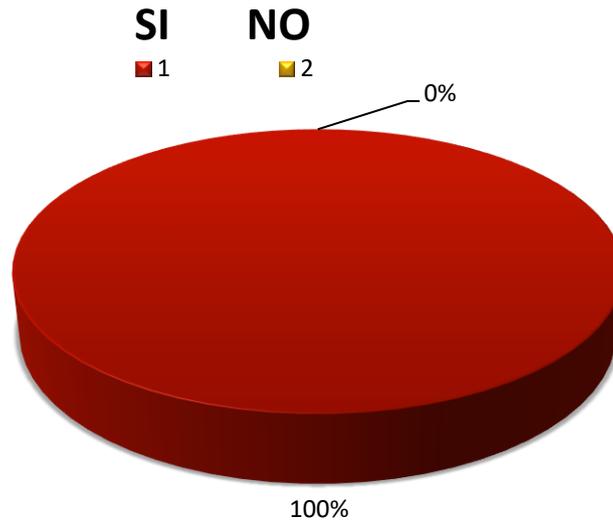


Gráfico 11. Aceptación de los bloques realizados a base de cascara de arroz y la disminución de la contaminación. Elaborado por: Castillo Washington y Lindao Rolando

Se demuestra en el grafico 11 el porcentaje de aceptación de los entrevistados que piensan, que el proyecto del bloque en base a la cascara de arroz será 100% beneficioso para el medio ambiente.

CONCLUSIÓN

Los diversos ensayos realizados durante el mes de agosto del presente año en la fabricación de bloques y mortero con diversas proporciones de materiales (cemento, piedra chasqui, arena y cáscara de arroz), se pudo determinar que la mejor proporción para la elaboración de los mismo se vio reflejado durante la muestra 4, cuyo porcentajes fueron de 13,29Kg., 30,16Kg., 44,85Kg., 4,81Kg., y 22.75Kg., de cemento, piedra chasqui, arena, cascara de arroz y agua respectivamente, convirtiéndolo así en una buena alternativa como aislante térmico, desde el punto de vista de ecológico y de biodegradabilidad, el uso de está disminuye el calentamiento global y de efecto invernadero y, consecuentemente, el consumo de energía.

Durante el ensayo de fuerza de rotura se pudo observar de igual manera que el ensayo 4 fue el que mejores resultados obtuvo durante la prueba, siendo este de una fuerza de rotura de $14,40 \text{ kg/cm}^2$. no obstante, es necesario recalcar que la utilización de la piedra chasqui juega uno de los papeles más importantes en la fabricación de bloque dado a su porosidad, el cual permite obtener bloques livianos y resistentes.

En cuanto a la pruebas de temperatura se pudo apreciar que los bloques elaborados y revestidos de mortero a base de cascara de arroz obtuvieron una mayor captación de calor a diferencia de los bloques convencionales, siendo esta diferencia de 2 grados.

RECOMENDACIÓN

- Se recomienda seguir trabajando en investigaciones futuras, para poder tener mayores beneficios en el campo de la construcción, y para ser utilizadas en el mismo, es necesario de igual manera presentar las cualidades del bloque y mortero a cada uno de los proveedores.
- Según la encuesta establecida con anterioridad, la sociedad presenta un fuerte conocimiento sobre la contaminación ambiental, y en base a esto se recomienda el uso de este tipo de bloque para disminuir los impactos medioambientales antes suscritos tanto por la misma cáscara de arroz y por la industria de construcción.
- De igual manera se recomienda el uso y la fabricación de este tipo de bloque y mortero como una fuente extra de ingresos económicos dado a sus bajos costos y fácil obtención de materia prima.
- Según los resultados de la investigación realizada con la aplicación de cuestionarios a las autoridades y habitantes, el 100 % está muy de acuerdo que se elabore bloques en base a la cáscara de arroz, sobre todo para conservar el medio ambiente.

REFERENCIAS

- ACI. (2014). *Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318SUS-14)* (pp. 11-12). Michigan.
- Aguilar, C., & Cañizares, Y. (2016). *MODELO DE GESTIÓN PARA PILADORA COMUNITARIA* (Tesis de Grado). ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL.
- Alienergy. (2010). *Alienergy. Alienergy.com.co*. Obtenido de http://www.alienergy.com.co/proyectos_3.html
- Alvarez, K. (2014). *ELABORACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN A BASE DE LA CASCARILLA DE ARROZ Y SU INCIDENCIA EN EL FORTALECIMIENTO DE LA PRESERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE* (Tesis de Grado). UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS.
- Arcos, C., Maciaz, D., & Rodriguez, J. (2007). La cascarilla de arroz como fuente de SiO₂. *Revista Facultad De Ingeniería Universidad De Antioquia*, 41, 7-20. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-62302007000300001
- Arrieta, J., & Peñaherrera, E. (2001). *FABRICACION DE BLOQUES DE CONCRETO CON UNA MESA VIBRADORA* (pp. 1-3). Perú. Obtenido de <http://www.bvsde.paho.org/bvsade/e/fulltext/uni/proy8.pdf>
- ASOCEM. (1983). *Granulometría de la Arena* (pp. 1-6). Lima. Retrieved from <http://imcyc.com/biblioteca/ArchivosPDF/Arenas/Granulometria%20de%20la%20Arena.pdf>

ASTM INTERNATIONAL. (2017). *ASTM C128 - 04a Historical Standard: Método de Ensayo Normalizado para Determinar la Densidad, la Densidad Relativa (Gravedad Específica), y la Absorción de Agregados Finos*. Retrieved 14 November 2017, from [http://ASTM C128 - 04a Historical Standard: Método de Ensayo Normalizado para Determinar la Densidad, la Densidad Relativa \(Gravedad Específica\), y la Absorción de Agregados Finos](http://ASTM C128 - 04a Historical Standard: Método de Ensayo Normalizado para Determinar la Densidad, la Densidad Relativa (Gravedad Específica), y la Absorción de Agregados Finos)

ASTM INTERNATIONAL. (2017). *STM C127 - 04 Historical Standard: Método de Ensayo Normalizado para Determinar la Densidad, la Densidad Relativa (Gravedad Específica), y la Absorción de Agregados Gruesos*. Obtenido de <https://www.astm.org/DATABASE.CART/HISTORICAL/C127-04-SP.htm>

Bañón, L. (2010). *Clasificación de suelos*. Obtenido de https://sirio.ua.es/proyectos/manual_%20carreteras/02010103.pdf

Barcia, W. (2012). *La Producción de Arroz en el Ecuador*. Obtenido de <http://ambitoeconomico.blogspot.com/2012/10/la-produccion-de-arroz-en-el-ecuador.html>

BARTOLOMÉ, M. (1984). *La pedagogía experimental*. En SANVISENS, A. (Dir.) (1984). *Introducción a la pedagogía*. Barcelona: Barcanova, 381-404

Bravo, R., García, N., Morales, V., & Ramirez, A. (2012). *Análisis granulométrico*. Universidad Nacional Autónoma de México.

Calderón, F. (2002). *LA CASCARILLA DE ARROZ "CAOLINIZADA"; UNA ALTERNATIVA PARA MEJORAR LA RETENCION DE HUMEDAD COMO SUSTRATO PARA CULTIVOS HIDROPONICOS*. Obtenido de

http://www.drcalderonlabs.com/Investigaciones/Cascarilla_Caolinizada/La_Cascarilla_Caolinizada.htm

Camanieno, R. (2011). *Cemento hidráulicos. Requisitos de desempeño para cementos hidráulicos*. (1st ed.). Quito. Obtenido de <http://studylib.es/doc/5836679/n-te-inen-2380--cementos-hidr%C3%A1ulicos.-requisitos-de-desempe%C3%B1o>

Camaniero, R. (2010). Hormigón y mortero. Materiales secos combinados, ensacados para elaborar hormigón y mortero. Requisitos. (1st ed., pp. 5-10). Quito. Obtenido de <http://normaspdf.inen.gob.ec/pdf/n-te/2551.pdf>

Carrasco, M. (2013). *AGUA PARA MORTEROS Y HORMIGONES* (pp. 1-9). Santa Fe. Obtenido de <http://www.fceia.unr.edu.ar/~fermar/Apuntes%20Tecnolog%C3%ADa%20del%20Hormig%C3%B3n%20UTN%20FRSF/Unidad%204%20-%20AGUA%20PARA%20MORTEROS%20Y%20HORMIGONES.pdf>

CEDAF. (2010). *El Cultivo de Arroz* (p. 11). Santo Domingo: Cesar Mosquete.

Cemex. (2017). Historia del cemento. [Online] Obtenido de: <http://www.cemexcolombia.com/SolucionesConstructor/HistoriaDelCemento>.

Componentes y propiedades del cemento. (2017). IECA. Obtenido de https://www.ieca.es/gloCementos.asp?id_rep=179

Cordon, E., y Cortez, E. (2012). Determinación de la gravedad específica y porcentaje de absorción de agregados finos ASTM C128 Y AASHTO T84. Determinación de la gravedad específica y porcentaje de absorción de agregados gruesos ASTM C127 Y AASHTO T85. (pp. 5 – 15). Universidad Nacional de Ingeniería. Nicaragua

De Freitas, R. (2013). *C33-Especificación estándar para agregados de hormigón* (pp. 1-4). Obtenido de <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAg5r4AA/c33-standard-specification-for-concrete-aggregates>

De la Guardia, F. (2016). *FAROS MARÍTIMOS*. [Ebook] p.434. Obtenido de: <http://www.armada.mde.es/archivo/rgm/2016/10/cap4.pdf>

De la Guardia, F. (2016). *FAROS MARÍTIMOS* (p. 434). Obtenido de <http://www.armada.mde.es/archivo/rgm/2016/10/cap4.pdf>

Del Pozo, H. (2014). *LEY ORGÁNICA DE RECURSOS HÍDRICOS, USOS Y APROVECHAMIENTO DEL AGUA* (pp. 2-32). Quito.

DICTA. (2003). *MANUAL TÉCNICO PARA EL CULTIVO DE ARROZ. (ORYZA SATIVA)* (pp. 5-6). Honduras.

El comercio. (2010). Obtenido de <http://www.elcomercio.com/actualidad/ecuador/piladora-arroz-financiada-mies.html>

El Universo. (2009). Un proyecto con la cascarilla de arroz ayuda al ambiente. Obtenido de <http://www.eluniverso.com/2009/11/29/1/1430/un-proyecto-cascarilla-arroz-ayuda-ambiente.html>

Evolución de las Normas para la fabricación de cemento y características de sus aplicaciones. Holcim Ecuador S.A. (2017). Holcim. Obtenido de http://www.holcim.com.ec/fileadmin/templates/EC/doc/folletos/Evolucion_normasHEC.pdf

FAO. (2004). *El Arroz y la Nutrición Humana*. ROMA.

FAO. (2010). *PERSPECTIVAS A PLAZO MEDIO DE LOS PRINCIPALES MERCADOS DE PRODUCTOS AGRÍCOLAS*. Roma.

FAO. (2017). *Capítulo VI - Sistemas de secado*. Roma.

Fernández, A. (2012). Estudiantes de construcción fabrican concreto con cascarilla de arroz. Hasta el momento se está en la etapa experimental, tal como se hace en otros países., pág. 14.

Ferre, A. (2010). *La paja del arroz amenaza el ecosistema*. BBC. Obtenido de http://www.bbc.com/mundo/noticias/2010/11/101112_paja_arroz_ecosistema_af

Ferrer, J. (2010). *MÉTODOS DE LA INVESTIGACIÓN*. Obtenido de <http://metodologia02.blogspot.com/p/metodos-de-la-investigacion.html>

Flores, L. *Bloques de Hormigón*. SCRIBD. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/313940669/Bloques-de-Hormigon>

Fonseca, A. (2015). *EL HORMIGÓN DE BAJA DENSIDAD Y SU APLICACIÓN EN BLOQUES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS*” (Tesis de Grado). FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA.

Fuster, R. (2010). *CLASIFICACIÓN DE CUERPOS DE AGUA* (p. 5). Santiago de Chile.

Gallegos, A. (2015). *Diseño de la mezcla de hormigón alivianado usando piedra pómez de Latacunga. Aplicación a la fabricación de paneles prefabricados no estructurados* (Sangolqui). DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y LA CONSTRUCCION.

García, C., Saval, J., Baeza, F., & Tenza, A. (2008). *DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA DE UN ÁRIDO*. Presentation, España.

González, J. (2016). Tipos de arena (p. 1). Obtenido de <https://es.scribd.com/document/298075910/Tipos-de-arena-pdf>

Gordillo, T. *BLOQUES DE HORMIGÓN* (pp. 1-19). Argentina. Obtenido de <http://www.alubrysanluis.com.ar/downloads/folletoTecnico.pdf>

Hernández, C. (2017). El uso de arena de mar para producir concreto. *El Universo*. Obtenido de <http://www.eluniverso.com/opinion/2017/10/19/nota/6437794/uso-arena-mar-producir-concreto>

Historia del cemento. (2017). Cemex. Obtenido de <http://www.cemexcolombia.com/SolucionesConstructor/HistoriaDelCemento.aspx>

Holcim. (2017). Evolución de las Normas para la fabricación de cemento y características de sus aplicaciones. Holcim Ecuador S.A. [Online Obtenido de: http://www.holcim.com.ec/fileadmin/templates/EC/doc/folletos/Evolucion_normasHEC.pdf [Accessed 29 Oct. 2017].

IECA - Historia del cemento. (2017). IECA. Obtenido de https://www.ieca.es/reportaje.asp?id_rep=5

IECA. (2017). Componentes y propiedades del cemento. [Online] Obtenido de: https://www.ieca.es/gloCementos.asp?id_rep=179

IECA. (2017). *IECA - Historia del cemento*. [Online] Obtenido de: https://www.ieca.es/reportaje.asp?id_rep=5

INHAMI (2016). BOLETIN CLIMATOLOGICO SEMESTRAL 2016. Quito: José Olmedo Morán, pp.10-15.

INHAMI. (2014). *Análisis de las condiciones climáticas registradas en el Ecuador continental en el año 2013 y su impacto en el sector ágrí - colá.* (pp. 1-7). Quito. Obtenido de <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/wp-content/uploads/2014/01/Informe2014SNGR.pdf>

INHAMI. (2016). *BOLETIN CLIMATOLOGICO SEMESTRAL 2016* (pp. 10-15). Quito: José Olmedo Morán.

INIA. (2007). *Arroz. Manejo Tecnológico* (pp. 5-15). Chile: Roberto Alvarado A.

INP (2014). ATLAS BIOENERGETICO DEL ECUADOR. Instituto Nacional de Preinversión. ESIN Consultora S.A., pp. 1-17

Llanos, A. Bloque de Concreto. *SCRIBD*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/229274533/Bloque-de-Concreto>

López, M. (2014). Cáscaras de arroz para generar electricidad. *El Pais*. Obtenido de https://elpais.com/elpais/2014/06/06/planeta_futuro/1402056503_583450.html

Mafla, A. (2009). Uso de la cascarilla de arroz como material alternativo en la construcción. *Inventum*, 6, 74-78. <http://dx.doi.org/ISSN 1909 - 2520>

Marchesi, C. (2016). *EL ARROZ, PILAR DE LA ALIMENTACIÓN MUNDIAL*. Lecture, Uruguay.

Márquez, G. (2017). Ministerio de Agricultura y Ganadería. Intercambian experiencias sobre producción de arroz. Obtenido de

<http://www.agricultura.gob.ec/intercambian-experiencias-sobre-produccion-de-arroz/>

Medina, J., & Delgado, M. (1995). METODOLOGÍA DE ENTRENAMIENTO DE OBSERVADORES PARA INVESTIGACIONES SOBRE E.F. Y DEPORTE EN LAS QUE SE UTILICE COMO MÉTODO LA OBSERVACIÓN. *Motricidad. European Journal Of Human Movement*, 68(86). Obtenido de <https://recyt.fecyt.es/index.php/ejhm/article/view/56145/33982>

Mejía, J., Chauca, R., Mauricio, I., Santos, A., y Alcantaras, J. (2015). *Determinación de la fluidez consistencia normal*. Perú. Obtenido de <https://es.slideshare.net/rchaucal/determinacion-de-la-fluidez-de-pastas-de-mortero-y-concistencia-normal-de-la-pasta-del-cemento>

Méndez, P. (2010). Producción y mercados arroceros en Latinoamérica y Caribe
Importancia y Oportunidades.

Méndez, P. (2010). *Producción y mercados arroceros en Latinoamérica y Caribe
Importancia y Oportunidades*. Lecture, Colombia.

MIDUVI. (2015). *Guía práctica para evaluación sísmica y rehabilitación de estructuras, de conformidad con la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC 2015* (pp. 15-16). Quito.

Miraflores, A. (12 de Febrero de 2017). Arroz Miraflores. Obtenido de <http://www.miraflores.cl/historia-del-arroz/>

Molina, E. (2010). *Evaluación del uso de la cascarilla de arroz en la fabricación de bloques de concreto* (Tesis de grado). INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA ESCUELA DE INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN.

Montoya, Moran, & Meseguer. (2000). *Cementos*. Barcelona. Obtenido de https://previa.uclm.es/area/ing_rural/Trans_const/Cementos.PDF

Moreno, B., & Salvador, S. (2014). *RENDIMIENTOS DEL ARROZ EN EL ECUADOR SEGUNDO CUATRIMESTRE DEL 2014 (Julio - Octubre)* (pp. 1-3). Quito. Obtenido de http://sinagap.agricultura.gob.ec/pdf/estudios_agroeconomicos/rendimiento_arroz_2do_cuatrimestre_2014.pdf

Nuevo usos de la cascarilla del arroz. (2017). UAN. Obtenido de http://www.uan.edu.co/noticias?option=com_content&view=article&id=1966:nuevo-usos-de-la-cascarilla-del-arroz&catid=33:la-uan-en-los-medios

Rivera, G. *Agua de Mezcla* (pp. 77-81). Colombia. Obtenido de <http://ftp://ftp.unicauca.edu.co/cuentas/gearnilo/docs/FIC%20y%20GEOTEC%20SEM%20de%202010/Tecnologia%20del%20Concreto%20-%20PDF%20ver.%202009/Cap.%2003%20-%20Agua%20de%20mezcla.pdf>

Rivera, G. *Manejabilidad del concreto*. Obtenido de <http://ftp://ftp.unicauca.edu.co/cuentas/gearnilo/docs/FIC%20y%20GEOTEC%20SEM%20de%202010/Tecnologia%20del%20Concreto%20-%20PDF%20ver.%202009/Cap.%2004%20-%20Manejabilidad.pdf>

Sánchez, N. (2013). *Granulometría De Suelos*. Obtenido de <https://civilgeeks.com/2013/11/25/granulometria-suelos-ing-nestor-luis-sanchez/>

Sequeira, J. E. (1976) *Temas sobre materiales de construcción*. Editorial Pueblo y Educación, Ciudad de la Habana, Cuba.

Suárez E. 2007. Ori gen, Di ver si dad y Distribución del Género Oryza. Primer Curso de Mejoramiento Genético de Arroz. Sancti Spiritu, Cuba.

Tinoco, R., y Acuña, A. (2009). *Cultivo de Arroz (Oryza sativa)* (pp. 9-12). Costa Rica.

Trelew, C. (2014). *MATERIALES Y PROPIEDADES DEL HORMIGÓN*. Presentación, Argentina.

Vidaud, E. (2013). *De la historia del cemento* (pp. 20-23). Obtenido de <http://www.revistacyt.com.mx/pdf/noviembre2013/ingenieria.pdf>

ANEXOS



Anexo 1. Preparación de bloques. Foto tomada por: Castillo Washington y Lindao Rolando



Anexo 2. Compactación de bloques. Foto tomada por: Castillo Washington y Lindao Rolando



Anexo 3. Materiales utilizados para la elaboración de bloques. Foto tomada por: Castillo Washington y Lindao Rolando



Anexo 4. Modelación de bloques. Foto tomada por: Castillo Washington y Lindao Rolando



Anexo 5. Maquina bloquera. Foto tomada por: Castillo Washington y Lindao Rolando



Anexo 6. Bloques elaborados en proporciones de 39*19*9 cm. Foto tomada por: Castillo Washington y Lindao Rolando



Anexo 7. Bloques elaborados en proporciones de 39*19*9 cm. Foto tomada por: Castillo Washington y Lindao Rolando



Anexo 8. Construcción de pared con bloques elaborados a base de cascara de arroz. Foto tomada por: Castillo Washington y Lindao Rolando



Anexo 9. Construcción de paredes para pruebas preliminares. Foto tomada por: Castillo Washington y Lindao Rolando



Anexo 10. Construcción de paredes en base a bloques con cascara de arroz. Foto tomada por: Castillo Washington y Lindao Rolando

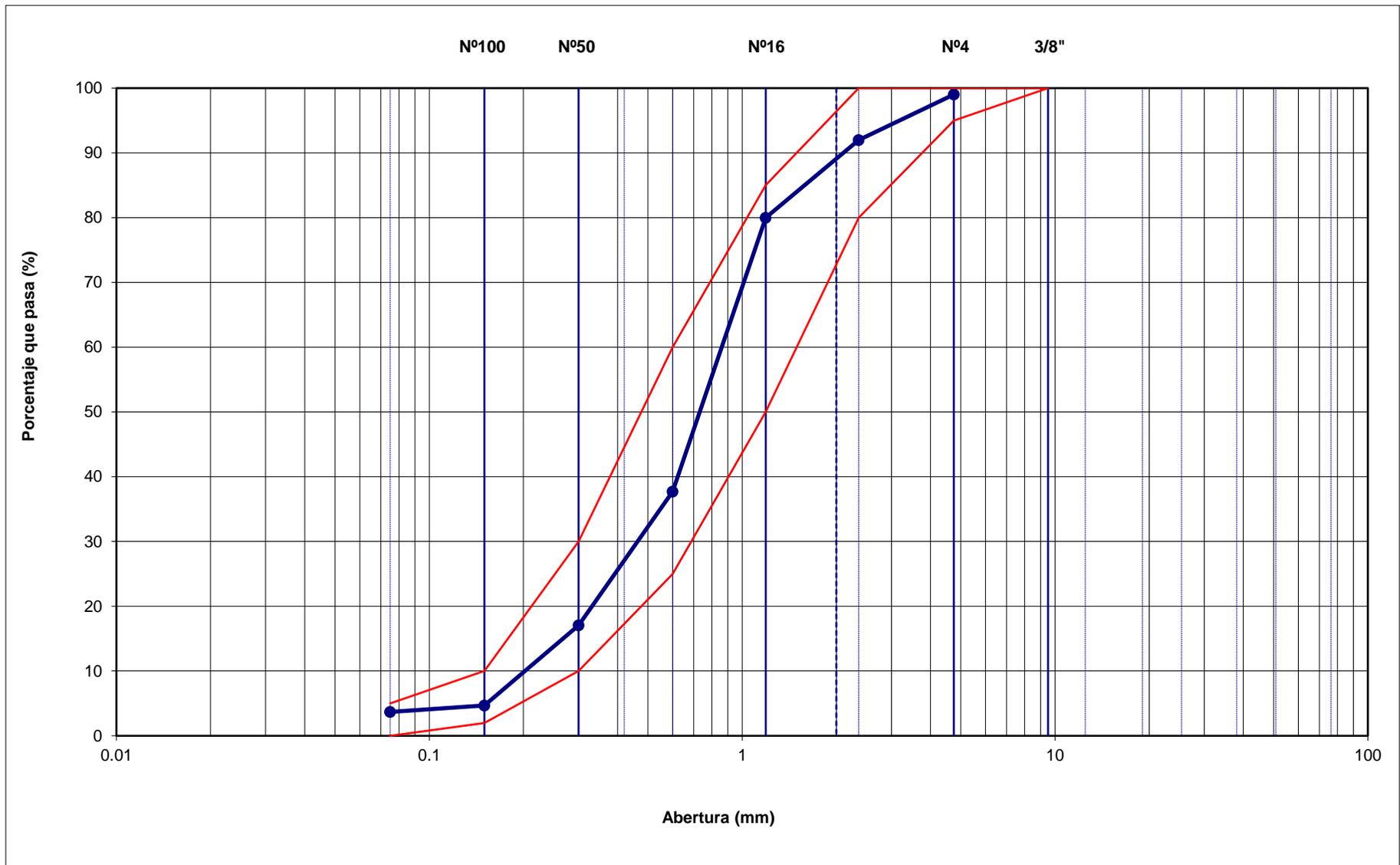
Clasificación general	Materiales granulométricos (35% menos pasa el tamiz #200)						Materiales limoarcillosos (mas del 35% pasa el tamiz #200)				
	A1		A-3A	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
Clasificación de grupo	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5
Tamizado, % que pasa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
N° 10 (2.00 mm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
N° 40 (425 um)	30 max.	50 max.	51 max.	-	-	-	-	-	-	-	-
N° 200 (75 um)	15 max.	25 max.	10 max.	35 max.	35 max.	35 max.	35 max.	36 min.	36 min.	36 min.	36 min.
Consistencia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Limite liquido	-	-	-	-	-	-	-	40 max.	41 min.	40 max.	41 min.
Índice de plasticidad	6 max.		N.P	-	-	-	-	10 max.	10 max.	10 min.	11 min.
Tipos de materiales característicos	Cantos, grava y arena		Arena fina	-	-	-	-	suelos limosos		suelos arcillosos	
Calificación	excelente a bueno						regular a malo				

Anexo 11. ASSTHO Fuente: Bañon, 2010.

ASSHTO

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS								
DATOS DE LA MUESTRA								
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION		DESCRIPCION DE LA MUESTRA
21/2"	63,000							
2"	50,800							
1 1/2"	38,100							
1"	25,400							
3/4"	19,050							
1/2"	12,500							
3/8"	9,500	0,0	0,00	0,00	100,0		100	
Nº 4	4,750	12,0	0,98	0,98	99,0	95	100	
Nº 8	2,360	86,0	7,05	8,03	92,0	80	100	Clasificación:
Nº 10	2,000		0,00	8,03				SUCS
Nº 16	1,190	146,0	11,97	20,00	80,0	50	85	:
Nº 30	0,600	516,0	42,30	62,30	37,7	25	60	AASHTO :
Nº 40	0,420		0,00	62,30				OBSERVACIONES
Nº 50	0,300	252,0	20,66	82,95	17,0	10	30	:
Nº 80	0,180		0,00	82,95				
Nº 100	0,150	151,0	12,38	95,33	4,7	2	10	Módulo Finura : 2,70
Nº 200	0,075	12,0	0,98	96,31	3,7	0	5	
< Nº 200	FONDO	45,0	3,7	100,0				

Anexo 11. Granulometría de arena.



Anexo 13. Curva granulométrica: Resultados obtenidos a través de la granulometría de arena.

Pruebas de Granulometría de Piedra Chasqui 1/2

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTO								
DATOS DE LA MUESTRA								
TAMIZ	ABERT. mm	PESO RET.	% RET. PARC.	% RET. AC.	% Q. PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA		
3"	76.2	0	0	0	100	PESO TOTAL	30.46	gr
2 1/2"	63.5	0	0	0	100	PESO FINO		gr
2"	50.8	0	0	0	100			gr
1 1/2"	38.1	0	0	0	100	LIMITE LIQUIDO		%
1"	25.4	0	0	0	100	LIMITE PLASTICO		%
3/4"	19.05	0	0	0	100	INDICE PLASTICO		%
1/2"	12.5	61	2	2	98	CLAS. AASHTO		()
3/8"	9.5	69	2.27	4.27	95.73	CLASF. SUCCS		
1/4"	6.35					MAX. DENS. SEC.		gr/cc
# 4	4.75	338	12.7	17.01	82.99	HUMEDA OPT.		
# 8	2.36	716	23.51	40.52	59.48	OBR AL 100% 0.1		
# 16	1.18	826	27.12	67.64	32.36	OBR. AL 95% 0.1		
# 30	0.6	67	22.88	90.52	9.48			
# 40	0.42					IMPUREZAS ORGANICAS		
# 50	0.3	25	7.39	97.91	2.09	N COLOR ORG.		
# 100	0.15	21	0.69	98.6	1.4	COLOR ESTANDAR		
# 200	0.075	12	0.39	99	1	HUMEDAD P.S.H	P.SS	% HUMED.
< # 200		32	1	100				
FEACCION		3015						
TOTAL		3046						

Anexo 1. Resultados obtenidos a partir de la granulometría de piedra chasqui.

CUADRO COMPARATIVO DE BLOQUES TRADICIONALES

CUADRO COMPARATIVO ENTRE LOS BLOQUES CON CASCARA DE ARROZ Y LOS BLOQUES TRADICIONALES													
ROTURA DE BLOQUES													
1-°		2-°		3-°		4-°		PIEDRA POMEZ		VICTORIA		ROCAFUERTE	
PROPORCION		PROPORCION		PROPORCION		PROPORCION							
1460	Kg	2100	Kg	2450	Kg	3200	Kg	3550	Kg	4360	Kg	3600	Kg
810	kg	2000	kg	2370	kg	3400	kg	3400	kg	4000	kg	3700	kg
2150	kg	850	kg	1970	kg	3600	kg	3180	kg	3000	kg	3700	kg
1050	kg	900	kg	2110	kg	3450	kg	3400	kg	3100	kg	3000	kg
920	kg	680	kg	2000	kg	3550	kg	3430	kg	3380	kg	3350	kg
1380	kg	850	kg	1850	kg	3100	kg	2900	kg	3900	kg	2900	kg
1170	kg	1600	kg	2100	kg	3350	kg	3750	kg	2600	kg	3500	kg
4000	kg	950	kg	1700	kg	3400	kg	3000	kg	3200	kg	3050	kg
1300	kg	1200	kg	1910	kg			3450	kg	3500	kg	3100	kg
810	kg	3000	kg	1750	kg					2930	kg	3350	kg
1470	kg	700	kg	2000	kg								
2950	kg			2300	kg								
				2180	kg								

Anexo 15. Cuadro comparativo de los valores reales de fuerza de rotura entre los bloques elaborados a base de cascara de arroz y bloques tradicionales

Urkund Analysis Result

Analysed Document: TESIS FINALIZADA.docx (D32496718)
Submitted: 11/16/2017 12:07:00 AM
Submitted By: wxcc2531@gmail.com
Significance: 7 %

Sources included in the report:

000 jnc imp.pdf (D18482458)
<https://www.astm.org/DATABASE.CART/HISTORICAL/C127-04-SP.htm>
<http://www.buenastareas.com/ensayos/Peso-Especifico-Gravedad-Especificas-De-Agregado/4326835.html>
<https://www.astm.org/DATABASE.CART/HISTORICAL/C128-04a-SP.htm>
http://www.drcalderonlabs.com/Investigaciones/Cascarilla_Caolinizada/La_Cascarilla_Caolinizada.htm
<http://www.alubryanluis.com.ar/downloads/folletoTecnico.pdf>
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-62302007000300001
<http://imcyc.com/biblioteca/ArchivosPDF/Arenas/Granulometria%20de%20la%20Arena.pdf>
<http://www.fceia.unr.edu.ar/~fermar/Apuntes%20Tecnolog%C3%ADa%20del%20Hormig%C3%B3n%20UTN%20FRSF/Unidad%204%20-%20AGUA%20PARA%20MORTEROS%20Y%20HORMIGONES.pdf>
https://www.ieca.es/gloCementos.asp?id_rep=179
http://www.holcim.com.ec/fileadmin/templates/EC/doc/folleto/Evolucion_normasHEC.pdf
http://www.bbc.com/mundo/noticias/2010/11/101112_paja_arroz_ecosistema_af
<http://metodologia02.blogspot.com/p/metodos-de-la-investigacion.html>
https://www.ieca.es/reportaje.asp?id_rep=5
<https://recyt.fecyt.es/index.php/ejhm/article/view/56145/33982>
http://sinagap.agricultura.gob.ec/pdf/estudios_agroeconomicos/rendimiento_arroz_2do_cuatrimestre_2014.pdf
<https://civilgeeks.com/2013/11/25/granulometria-suelos-ing-nestor-luis-sanchez/>

Instances where selected sources appear:

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS

TÍTULO Y SUBTÍTULO: “PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DE IMPLEMENTACIÓN DE LA CÁSCARA DE ARROZ TRITURADA APLICADA EN BLOQUES Y MORTERO PARA VIVIENDAS POPULARES”	
AUTOR/ES: CASTILLO CASTILLO WASHINGTON XAVIER LINDAO BOHÓRQUEZ ROLANDO ANÍBAL	TUTOR: MSC. ALEX MAE SALVATIERRA ESPINOSA REVISORES: MSC. JULY HERRERA VALENCIA MSC. MAX ALMEIDAFRANCO MSC. VLADIMIR VALLE
INSTITUCIÓN: UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL	FACULTAD: FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN
CARRERA: INGENIERÍA CIVIL	
FECHA DE PUBLICACIÓN:	No. DE PÁGS: 145
TÍTULO OBTENIDO: INGENIERO CIVIL	
ÁREAS TEMÁTICAS: Proyecto de Investigación-Conservación del Medio Ambiente	
PALABRAS CLAVE: Cascara de Arroz – Piedra Chasqui – Arena – Mortero - Bloque	
<p>RESUMEN En el Ecuador y a nivel mundial se presenta una gran problemática a nivel social, siendo esta la sobredemanda de edificaciones (viviendas) de parte de la población dado a su aumento anualmente, no obstante, la accesibilidad de los materiales para la construcción de estas se vuelve parte de ese problema ya que la mayoría de los materiales para la construcción de las mismas son de elevados costos. En base a esta problemática muchas industrias de la construcción se ven obligadas a la búsqueda de nuevas alternativas para la elaboración de sus materiales, cuyo valor agregado es la sostenibilidad ambiental.</p> <p>Por otro lado el Ecuador es uno de los principales productores de arroz en Suramérica, y por ende en número de piladoras existentes en el país es considerable, sin embargo esta gran producción de arroz trae severas consecuencias, ya que los desechos (cáscara) tras el procesado del mismo son considerable y se vuelve uno de los contaminantes más peligrosos para el medio ambiente dado a que estos son botados a los ríos o quemados (Aguilar y Cañizares, 2016; Ferre, 2010).</p> <p>Este proyecto trata de abarcar ambas problemáticas y darle una solución que ayude a disminuir tanto la contaminación ambiental y la demanda de edificaciones, tras el uso del desperdicio (cáscara de arroz) como uno de los principales componentes para la manufacturación de los materiales de construcción como lo es el bloque y volviéndolos más resistentes y con mejor capacidad de aislamiento térmico.</p>	
Palabras claves: Cascara de Arroz – Piedra Chasqui – Arena – Mortero – Bloque.	

ABSTRACT: In Ecuador and worldwide there is a great problem at the social level, this being the over-demand of buildings (houses) on the part of the population given its annual increase, however, the accessibility of materials for the construction of these becomes part of that problem since most of the materials for the construction of the same ones are of high costs. Based on this problem, many construction industries are forced to search for new alternatives for the preparation of their materials, whose added value is environmental sustainability.

On the other hand Ecuador is one of the main producers of rice in South America, and therefore the number of existing piladoras in the country is considerable, however this large rice production has severe consequences, since the waste (husk) after the processed are considerable and it becomes one of the most dangerous pollutants for the environment given that these are thrown into rivers or burned (Aguilar & Cañizares, 2016; Ferre, 2010).

This project tries to cover both problems and provide a solution that helps reduce both environmental pollution and the demand for buildings, after the use of waste (rice husk) as one of the main components for the manufacture of construction materials as it is the block and making them more resistant and with better thermal insulation capacity.

Keywords: Rice Husk – Chasqui Stone – Sand – Mortar – Brick

No. DE REGISTRO:		No. DE CLASIFICACIÓN:	
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES	Teléfono: 0979606157	E-mail:rololindao@hotmail.com	
CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:	Nombre: MSc. July Herrera Valencia. Decana de la Facultad de Ingeniería Industria y Construcción.		
	Teléfono: 2596500 ext. 241		
	E-mail: jherrerav@ulvr.edu.ec		