



Carrera de Arquitectura.

Análisis de Caso previo a la obtención del título de Arquitectos.

Tema.

Materiales Alternativos - Análisis de Caso: Ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBC) como aditamento al mortero para enlucidos.

Autores:

Rosa Elvira Navarrete Mantuano.

Rafael Fabricio Rubio Hidalgo.

Director de Análisis de Caso:

Arq. Walter David Cobeña Loor.

Cantón Portoviejo - Provincia de Manabí - República del Ecuador.

2018.

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DEL ANALISIS DE CASO.

En mi calidad de director del análisis de caso titulado: Materiales Alternativos - Análisis de Caso: Ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBC) como aditamento al mortero para enlucidos, elaborado por los egresados: Rosa Elvira Navarrete Mantuano y Rafael Fabricio Rubio Hidalgo, me permito manifestar que dicho trabajo de análisis de caso cumple con los objetivos planteados inicialmente. El mismo que fue efectuado bajo mi asesoría, habiéndose demostrado durante el proceso de investigación la eficiencia, capacidad y responsabilidad, cubriendo los aspectos necesarios considerados dentro de las fases metodológicas y culminando con la presentación de la propuesta. Por consiguiente, considero que el trabajo de análisis de caso previo a la obtención del título de Arquitectos, se encuentra culminado en su totalidad, el mismo que estuvo bajo mi direccionamiento y supervisión.

Arq. Walter David Cobeña Loor.

Director de Análisis de Caso.

CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL EXAMINADOR.

Los suscritos miembros del Tribunal Examinador del estudio de Materiales Alternativos – Análisis de Caso: Ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBC) como aditamento al mortero para enlucidos, ha sido presentado y realizado por los egresados, Rosa Elvira Navarrete Mantuano y Rafael Fabricio Rubio Hidalgo, han cumplido con todo lo señalado en el reglamento interno de graduación, previo a la obtención del título de Arquitectos.

Tribunal.

Arq. Juan Carlos Mera Cedeño.

Presidente del Tribunal.

Arq. Walter David Cobeña Loor.

Director de Análisis de Caso.

Arq. Juan García García.

Miembro del Tribunal.

Ing. Gina San Andrés Zevallos.

Miembro del Tribunal.

DECLARACIÓN DE AUTORÍA.

Manifestamos que la responsabilidad del presente Análisis de Caso, así como su estudio, argumento, análisis, resultados, propuestas, conclusiones y recomendaciones, pertenecen exclusivamente a sus autores. Además, cedemos los derechos de autoría del presente Análisis de Caso a la Universidad San Gregorio de Portoviejo.

Rosa Elvira Navarrete Mantuano.

Autora.

Rafael Fabricio Rubio Hidalgo.

Autor.

AGRADECIMIENTO.

Agradezco, en primer lugar, a mi Papá Dios, por estar conmigo en todo momento, dándome fuerzas, siendo mi sustento, mi roca y mi salvación. Gracias a Él por brindarme siempre su bendición, por colocar de su gracia en cada momento de mi vida y por ser siempre mi ayudador.

Gracias a mis padres por apoyarme durante toda mi carrera universitaria, por estar siempre pendientes de mí, con amor, paciencia y dedicación. Gracias por cada esfuerzo y sacrificio realizado para que yo pudiera culminar mi carrera, ustedes son la motivación y testigos de mis triunfos y derrotas.

Gracias a mis tíos y tías que colaboraron siempre conmigo durante esta travesía universitaria, gracias por todo su apoyo en los momentos en que más lo necesitaba.

Gracias a mi enamorado por ser siempre incondicional conmigo, por todo su apoyo, su paciencia, su amor y sobre todo por creer en mí, motivándome a ser mejor cada día.

Gracias a mis líderes espirituales por estar al pendiente de mi vida, guiándome por medio de la palabra de Dios, animándome a seguir y no rendirme.

Gracias a mis profesores universitarios por sus enseñanzas y formación académica, a nuestro director de análisis de caso, Arq. David Cobeña, por haber apoyado en la realización de este proyecto e impartirnos su conocimiento; de manera especial a la ingeniera Gina San Andrés por todo su apoyo brindado, sus enseñanzas impartidas y dedicación al transmitir sus conocimientos, convirtiéndose así en una guía y admirable ejemplo a seguir.

Rosa Elvira Navarrete Mantuano.

AGRADECIMIENTO.

Agradezco a Dios por estar conmigo en cada paso dado en esta etapa universitaria, por permitirme encontrar paciencia y sabiduría para superar cada barrera en los momentos más difíciles.

A mi madre Janeth Hidalgo por darme su apoyo desde que decidí estudiar esta carrera, por su confianza en mí, por su sacrificio y esfuerzo para poder culminar mis estudios, de igual manera agradezco a mi tía Ketty Hidalgo por su apoyo incondicional y motivaciones diarias para seguir con mis estudios.

A los docentes con los que compartimos largas horas de clases, que con su sabiduría y paciencia nos brindaron grandes conocimientos, a la Universidad San Gregorio de Portoviejo, por abrirnos sus puertas y dejarnos alcanzar nuestros anhelos. De manera muy especial al Arq. David Cobeña, director de este Análisis de Caso, por la dedicación y paciencia mostrada a lo largo del proceso de investigación y en todos los años de clases que nos brindó sus conocimientos.

A mis amigos de siempre por entender cuando no podía salir a compartir con ellos y que con sus sonrisas, palabras que influyen de una u otra manera en mí y de estar seguro que esta amistad permanecerá a lo largo de nuestras vidas y que siempre estarán allí, este logro es para ustedes se los quiere.

A mi amada y compañera de tesis Rosa Navarrete por realizar juntos esta investigación y sobre todo por estar conmigo en esta etapa de mi vida, en las buenas y malas, siempre brindándome su paciencia, su apoyo incondicional y motivación.

A mis líderes espirituales por saber aconsejarme y darme direcciones por medio de la palabra de Dios, alentándome a esforzarme y ser valiente.

Rafael Fabricio Rubio Hidalgo.

DEDICATORIA.

Los anhelos de nuestro corazón se hacen realidad cuando colocamos nuestra vida en las manos de nuestro Creador.

Quiero dedicar el presente análisis de caso a mi Dios, que me ha dado todo lo necesario para cumplir mi sueño, siendo el soporte fundamental en mi vida. A mi padre Javier Navarrete y a mi madre Diralia Mantuano, por brindarme su apoyo, comprensión, consejos en todo momento y por haber realizado el gran esfuerzo de conseguir recursos necesarios para mi carrera universitaria. Gracias a ellos soy una profesional y este es uno de los tantos logros en mi vida que siempre les agradeceré.

A Rafael Rubio, mi compañero, amigo y enamorado, por su ayuda en todo momento, por estar conmigo apoyándome en los momentos difíciles, siendo ese compañero perfecto para este análisis de caso.

A mis tíos, mi hermana y mis amigos que de una u otra manera hicieron posible que yo esté aquí, por siempre confiar en mí y apoyarme en todo momento.

Rosa Elvira Navarrete Mantuano.

DEDICATORIA.

Quiero dedicar este Análisis de Caso en primer lugar a Dios, por ser él quien me ha impulsado a seguir a lo largo de mi vida afrontando los retos que se me ha presentado, por ser mi fortaleza y guía en esta carrera, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este importante momento de mi formación.

Este logro a mi madre Janeth Hidalgo, por su confianza, por estar pendiente de mí, por sus consejos y no dejarme rendirme en aquellas madrugadas, por creer en mí y motivarme de alcanzar mi anhelo.

A mi tía Ketty Hidalgo por su apoyo incondicional en todo momento que me ha permitido que yo continúe en esta etapa universitaria y tener las palabras que necesitaba en cada momento.

A mi abuela materna por sus consejos y ánimos en cada momento que lo necesitaba, a mi abuelo materno que desde el cielo me ha guiado y cuidado en este proceso.

A mi hermano e hijos espirituales, que este logro sea ejemplo de perseverar sin importar las circunstancias que se presenten en la vida, pese a todo siempre tener la mirada hacia adelante, nunca hacia atrás, para alcanzar nuestros sueños.

A mi enamorada Rosa Navarrete por todo su apoyo, paciencia en todo el tiempo que hemos pasado, por su confianza, amor incondicional, y por todos esos momentos compartidos muy especiales que guardaré por siempre en mi corazón.

Rafael Fabricio Rubio Hidalgo.

RESUMEN.

La industrialización de la caña de azúcar genera grandes cantidades de desechos cada año, entre estos residuos se encuentra la ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBC), la cual es resultado del proceso de combustión del bagazo procedente de la caña de azúcar. Esta ceniza se dispersa en el aire, generando contaminación ambiental y afectando a la salud de los habitantes aledaños.

En varias investigaciones se ha demostrado que la ceniza de bagazo de caña de azúcar contiene un alto nivel de alúmina (Al_2O_3), al igual que sílice (SiO_2), por lo que esta ceniza tiene una buena actividad puzolánica. En la actualidad existen diversos materiales puzolánicos, como cenizas volantes y ceniza de cáscara de arroz que son utilizados como sustitución parcial del cemento Portland en morteros y hormigones. La puzolana es un material que puede ser inorgánico, natural o artificial, con propiedades aglomerantes. La utilización de puzolanas contribuye con la mitigación de problemas ambientales productos del uso del cemento Portland, puesto que esta industria genera un elevado volumen de gases de efecto invernadero los cuales son emitidos hacia la atmósfera.

En la presente investigación se evaluó el empleo de la ceniza de bagazo de caña de azúcar como aditamento a la mezcla de mortero y a su vez como reemplazo parcial del cemento Portland. Los resultados sugieren que la CBC presenta propiedades idóneas para ser utilizada para la elaboración de morteros.

Palabras claves: Industria del azúcar, bagazo de caña de azúcar, ceniza de bagazo de caña de azúcar, puzolana, cemento Portland, resistencia a la compresión de morteros, reemplazo parcial del cemento.

ABSTRACT.

The industrialization of sugarcane generates large amounts of waste every year; among these residues is sugarcane bagasse ash (CBC), which is the result of the combustion process of bagasse from sugarcane. This ash is dispersed in the air, generating environmental pollution and affecting the health of the surrounding inhabitants.

In several investigations it has been demonstrated that sugarcane bagasse ash contains a high level of alumina (Al_2O_3), as well as silica (SiO_2), so this ash has a good pozzolanic activity. At present, there are various pozzolanic materials, such as fly ash and rice husk ash that are used as partial substitution of Portland Cement in mortars and concretes. Pozzolan is a material that can be inorganic, natural or artificial, with binding properties. The use of pozzolans contributes to the mitigation of environmental problems arising from the use of Portland Cement, since this industry generates a high volume of greenhouse gases which are emitted into the atmosphere.

In the present investigation, the use of sugarcane bagasse ash as an additive to the mortar mixture and in turn as a partial replacement of Portland cement was evaluated. The results suggest that the CBC presents suitable properties to be used for the preparation of mortars.

Keywords: Sugar industry, sugarcane bagasse, sugarcane bagasse ash, pozzolan, Portland Cement, mortar compression strength, partial cement replacement.

ÍNDICE.

Certificación del director del análisis de caso.....	ii
Certificación del tribunal examinador.....	iii
Declaración de autoría.....	iv
Agradecimiento.....	v
Agradecimiento.....	vi
Dedicatoria.	vii
Dedicatoria.	viii
Resumen.	ix
Abstract.....	x
Índice de gráficos.....	xv
Introducción.....	xxvi
Capítulo I: Preliminares.....	1
1.1. Tema.....	1
1.2. Antecedentes Generales.....	1
1.3. Justificación del tema.....	4
1.3.1. Justificación General.....	4
1.3.2. Justificación Arquitectónica-Ambiental.....	5
1.3.3. Justificación Académica.....	6
1.4. Delimitación del área de estudio.....	7
1.4.1. Cantón Portoviejo, Provincia de Manabí, República del Ecuador.....	7
1.5. Objetivos.....	9
1.5.1. Objetivo general.....	9

1.5.2. Objetivos específicos.....	9
1.6. Problematización.....	10
Capítulo II: Estado de la cuestión.....	11
2.1. Marco Histórico.....	11
2.2. Marco Conceptual.....	15
2.3. Marco Referencial.	21
2.3.1. Repertorio Internacional.	21
2.3.1.1. Apuntan a desarrollar ladrillos con cenizas de las azucareras, República Argentina.....	21
2.3.1.2. La casa de Tinos, República Helénica.....	24
2.3.1.3. Mortero Greb, Reino de España.....	26
2.3.2. Repertorio Nacional.....	27
2.3.2.1. Mortero utilizado en el Sistema constructivo walltech.....	27
2.3.2.2. Viviendas modelo Orquídeas de la Urbanización Ecocity.....	28
2.3.2.3. Vivienda de García Moreno, Distrito Metropolitano de Quito, Provincia de Pichincha, República del Ecuador.....	30
2.3.3. Repertorio Local.....	31
2.3.3.1. Vivienda Wilfrido Loor, Cantón Portoviejo, Provincia de Manabí, República del Ecuador.....	31
2.3.3.2 Vivienda Wasimita, Parroquia Crucita, Cantón Portoviejo, Provincia de Manabí, República del Ecuador.....	33
2.4. Marco Legal.....	34
2.5. Marco Ético.....	37
2.6. Metodología.....	38

2.6.1. Plan de Investigación.....	38
2.6.1.1. Proceso de la Investigación.....	38
2.6.1.2. Investigación Bibliográfica.....	39
2.6.2. Investigación de campo.....	39
2.6.3. Análisis de datos estadísticos.....	40
2.6.4. Diseño de la muestra.....	40
2.6.4.1. Universo de la investigación.....	40
2.6.4.2. Tamaño de la muestra y grupos de involucrados.....	40
2.6.5. Formato de encuestas	41
2.6.5.1. Formato de encuestas realizadas en el Cantón Portoviejo, Provincia de Manabí, República del Ecuador.....	41
2.6.6. Formato de Entrevista.....	43
2.6.6.1. Formato de Entrevista realizada a los técnicos.....	43
2.7. Diagnóstico.....	44
2.7.1. Análisis e interpretación de resultados y diagnóstico.....	44
2.7.1.1. Diagnóstico de la producción de caña de azúcar en la República del Ecuador.....	44
2.7.1.2. Producción y superficie cosechada de caña de azúcar.....	46
2.7.1.3. Balance de porcentajes de molienda de 100 toneladas de caña.....	49
2.7.2. Diagnóstico del área de estudio.....	51
2.7.3. Análisis de resultados de las encuestas.....	54
2.7.3.1. Resultados de la encuesta tipo aplicada a los habitantes del casco urbano del Cantón Portoviejo, Provincia de Manabí, República del Ecuador.....	54
2.7.4. Resultado de las entrevistas.....	70

2.7.4.1. Entrevista aplicada a la Ingeniera Gina Isabel San Andrés Zevallos, docente de la Universidad San Gregorio de Portoviejo Magister en Administración Ambiental.....	70
2.7.4.2. Entrevista realizada al Arq. Williams Palma, Arquitecto Desarrollador de diversas obras construidas con Sistemas Alternativos y Sustentables.....	72
2.7.5. Análisis comparativo de las pruebas de compresión.....	75
2.7.6. Pruebas de resistencia a la compresión.....	79
2.8. Conclusiones y Recomendaciones.....	81
2.8.1. Conclusiones.....	81
2.8.2. Recomendaciones.....	83
Capítulo III: Propuesta.....	85
3.1. Análisis de precio unitario.....	85
3.1.1. Mortero convencional.....	85
3.1.2. Mortero con CBC de la fábrica de alcohol etílico del sitio Bonce, Cantón Santa Ana, Provincia de Manabí, República del Ecuador.....	87
3.1.2.1. Mortero con 10% de CBC.....	87
3.1.3. Determinación de costo unitario de saco de CBC.....	87
3.1.3.1. Transporte.....	87
3.1.3.2. Mano de obra.....	88
3.1.3.3 Material de empaque.....	89
3.1.4. Costo de saco de ceniza de bagazo de caña de azúcar empacado (45 kg). Fábrica de alcohol etílico del sitio Bonce, Cantón Santa Ana, Provincia de Manabí, República del Ecuador.....	89
3.1.5. Análisis de precio unitario mortero con 10% de CBC.....	90
3.1.6. Análisis de precio unitario mortero con 15% de CBC.....	91

3.2. Gases de efecto invernadero emitidos en la producción del cemento.....	92
3.3. Comparación entre el mortero convencional y el mortero con 10 % de CBC.....	93
3.3.1. Resistencia.	93
3.3.2. Costo.....,	93
3.3.3. Ambiental.....	93
3.4. Comparación entre el mortero convencional y el mortero con 10 % de CBC.....	94
3.4.1. Resistencia.	94
3.4.2. Costo.....,	94
3.4.3. Ambiental.....	94
3.5. Cuadro comparativo de las propiedades del Mortero convencional y el mortero con CBC.....	95
3.6. Ficha técnica del Mortero con CBC.....	96
3.7. Proceso de elaboración del mortero con 10% de CBC, cemento Portland y arena realizados en LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS ORLANDO MORA, en el Cantón Portoviejo, Provincia de Manabí, República del Ecuador.....	98
3.8. Conclusión.....	108
BIBLIOGRAFIA.....	109
ANEXOS.....	120

INTRODUCCIÓN:

La presente investigación estudia la importancia de la utilización de la ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBC) como material alternativo para la construcción sustentable, de esta manera se pretenden conocer los beneficios técnicos que aporta este material en el ámbito constructivo. La factibilidad de su aplicación en la elaboración de morteros para revestimientos, al igual que la recuperación de un material residual producto de la combustión del bagazo de caña de azúcar.

Estudiando en las informaciones disponibles en el sitio web Scielo, en un artículo de Aldana y Serpell¹ (2012), podemos citar que:

La construcción no es, por naturaleza, una actividad respetuosa con el medio ambiente (Tam y Le, 2009; Tam y Tam, 2006; Shen y Tam, 2002). Investigaciones realizadas proveen una revisión exhaustiva de los efectos nocivos de esta actividad (Tam y Le, 2009; Shen *et al.*, 2007), así como también sugieren que es una de las que más contribuyen a la contaminación ambiental (Shen y Tam, 2002). En este ámbito, por ejemplo, se indica que causa el deterioro de la Tierra, el agotamiento de los recursos, la contaminación del aire, la contaminación acústica, la contaminación del agua y la generación de residuos (Lu y Yuan, 2011, Tam y Le, 2009; Turk, 2008; Shen y Tam, 2002).

La industria de la construcción es la mayor consumidora de energía (Del Río *et al.*, 2009) y es la segunda mayor consumidora de materias primas después de la industria alimentaria (Halliday, 2008). Una enorme proporción de todos los materiales utilizados para la construcción de las obras se está convirtiendo en un enorme depósito y, a su vez, en un enorme problema de extremadamente difícil eliminación para las generaciones futuras (Kibert, 2007), causando un alto impacto sobre el medio ambiente (Nahmens, 2009; Yahya y Boussabain, 2006; Begum *et al.*, 2006 b; Rodríguez *et al.*, 2006). Por lo tanto, la actual tasa de utilización de los recursos naturales y del medio ambiente por parte de esta industria supone una disminución del potencial de los recursos para las generaciones futuras (Alavedra *et al.*, 1998). Y, para enfrentar este problema, se podrían reducir las cantidades de los residuos, a través de la mejora de los procesos de construcción para así mejorar la tasa de consumo de los recursos (Halliday, 2008). (p. 6).

¹Aldana, J., y Serpell, A. (2012). Temas y tendencias sobre residuos de construcción y demolición: un metaanálisis. [En línea]. Consultado: [06, abril, 2018]. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rconst/v11n2/art02.pdf>

Leyendo en las informaciones disponibles en el sitio web de la Universidad Veracruzana, en la tesis de Hernández² (2011), podemos transcribir que:

El aprovechamiento de todos los desechos de las industrias, se traduce en fomentar el reciclado todos de sus residuos. Esto motiva investigaciones para conocer las características propias del desperdicio y utilizarlas en materiales alternativos para sus posibles aplicaciones, como este caso, para la construcción. (p. 10).

Investigando en las informaciones disponibles en el sitio web ProQuest, en un artículo de Giraldo y cols.³ (2012), podemos conocer que:

La industria azucarera genera anualmente enormes cantidades de residuos. Entre estos se encuentra la denominada ceniza de bagazo de caña (CBC) que resulta de la combustión de este subproducto y cuya dispersión en el ambiente contamina el aire y afecta la salud humana. (p. 77).

Consultando en las informaciones disponibles en el sitio web de la Universidad Nacional de Colombia, en un artículo de Vidal y cols.⁴ (2014), podemos saber que:

El residuo de la ceniza de bagazo de caña (CBC) se obtiene en el fondo de la caldera y como cenizas volantes, este material es considerado puzolánico por algunos investigadores por presentar en su composición gran cantidad de SiO₂ [5-6]. Entre sus características principales se destacan las partículas ultrafinas las cuales se obtienen por procesos de molienda. Entre las aplicaciones de la CBC, se encuentran la obtención de materiales vitrocerámicos, como material adsorbente para la eliminación de iones cromo (III), como material de cama para la crianza de pollos de engorde en piso y como adición al cemento Portland, entre otros [6-9]. (p. 16).

²Hernández, J. (2011). Comportamiento mecánico y físico del mortero a base de CBCA como árido en aplanados en muros. [En línea]. Consultado: [06, mayo, 2018]. Disponible en: <https://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/30602/1/HdzJaen.pdf>

³Giraldo, C., Vidal, D., López, C., Torres, J., y González, L. (2012). Ceniza de bagazo de caña como aditivo al cemento Portland para la fabricación de elementos de construcción. [En línea]. Consultado: [06, mayo, 2018]. Disponible en: <https://search.proquest.com/openview/1c41fb2cfb3b26a0ac9e8cf563cf5000/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2035751>

⁴Vidal, D., Torres, J., y González, L. (2014). CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA PARA ELABORACIÓN DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN: ESTUDIO PRELIMINAR. [En línea]. Consultado: [06, mayo, 2018]. Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/momento/article/view/45539/46924>

Leyendo nuevamente en las informaciones disponibles en el sitio web de la Universidad Veracruzana, en la tesis de Hernández⁵ (2011), podemos referenciar que:

Actualmente, existe la necesidad de crear nuevos materiales que sean totalmente ecológicos, económicos y saludables, para la construcción. Ante esta premisa, la CBCA se presenta como un material con características puzolánicas que puede modificar las propiedades del cemento. Que pueden ser benéficas con propiedades físicas, como: fluidez, densidad, capilaridad. Y mecánicas, como: prueba de resistencia a la compresión, etc. (p. 10).

⁵Hernández, U. (2011). Comportamiento mecánico y físico del mortero a base de CBCA como árido en aplanados en muros. [En línea]. Consultado: [06, mayo, 2018]. Disponible en: <https://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/30602/1/HdzJaen.pdf>

CAPÍTULO 1: PRELIMINARES.

1.1. Tema.

Materiales Alternativos - Análisis de Caso: Ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBC) como aditamento al mortero para enlucidos.

1.2. Antecedentes generales.

Desde siempre el hombre ha tenido la necesidad de generar arquitectura, la cual a través del tiempo ha ido evolucionando en torno a las circunstancias del medio donde se desarrolla, implementando cada vez más la utilización de nuevos materiales de construcción, que se inclinan a la reutilización de desechos, para disminuir la contaminación.

Indagando en las informaciones disponibles en el sitio web Scielo, en la obra de Barceló⁶ (2012), podemos referenciar que:

El ser humano precisa satisfacer un conjunto de necesidades individuales básicas a lo cual contribuiría un ambiente facilitador de interconexión con el entorno, al cual denominamos vivienda. Estas funciones permiten el despliegue de las potencialidades sociales productivas del individuo. Entre estas necesidades aparece la del sueño, el reposo, la alimentación, el impulso gregario de la familia, la protección contra factores del intemperismo, como el calor y la lluvia. La vivienda constituye entonces un instrumento de facilitación de funciones biológicas, psicológicas y sociales elementales. Resulta un conjunto de espacios funcionales y una interfase con el intemperismo.

La historia de la vivienda incorpora el desarrollo social tecnológico y la cultura en la que aparece inserta. Tres elementos esenciales permiten caracterizar la vivienda en distintas épocas de la historia del hombre: material de construcción, comunicación de las envolventes con el exterior y existencia de patios. Por ejemplo, en Mesopotamia las edificaciones se conectaban con patios y eran edificadas con arcilla. Los techos de tejas pintadas en China reflejaban posición social, es decir, expresaban una cultura. Los aztecas edificaron viviendas de hasta 5 y 6 pisos. (p. 133).

⁶Barceló, C. (2012). Vivienda saludable: un espacio de salud pública. [En línea]. Consultado: [03, abril, 2018]. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/hie/v50n2/hie01212.pdf>

Leyendo en las informaciones disponibles en el sitio web de la Universidad Católica de Colombia, en la tesis de Reyes y Cornejo⁷ (2014), podemos transcribir que:

Desde la aparición de las primeras civilizaciones, los residuos de la actividad humana o basura, han sido un problema que ha ido incrementándose, lo cual a lo largo de la historia, ha presentado inconvenientes como enfermedades, contaminación y empeoramiento de las condiciones de vida de algunas comunidades, no solo humanas sino también de otras especies.

Debido a esto el hombre ha intentado idear diversas soluciones para aminorar, y en algunos casos eliminar la producción de desperdicios; Gracias a la conciencia ambiental que ha ido aumentando en las nuevas generaciones de profesionales, se han mejorado los procesos de desarrollo de diferentes trabajos, haciendo que los mismos sean más eficientes reduciendo la emisión de agentes nocivos para el medio ambiente y la salud pública.

Una de las mejores soluciones que se han planteado para mermar el impacto ambiental, ha sido el reciclaje proceso por el cual se recolecta los materiales de uso común y se transforman para el mismo u otro uso, evitando incurrir a usar más materia prima. (p. 15).

Revisando en las informaciones disponibles en el sitio web centrourbano, en una publicación de Díaz⁸ (2017), podemos conocer que:

A lo largo de la historia del hombre, la construcción se ha convertido en un indicador del desarrollo económico, así como en prueba de la evolución del país que implemente mejoras en este sector, el cual, siempre se ha visto ligado a la disponibilidad de sus materiales; su evolución puede analizarse al considerar el cómo y con qué se han construido tanto viviendas como edificios.

Por el lado de la vivienda, el hombre ha utilizado diferentes materiales para construir sus hogares, así como los edificios públicos para interactuar con su comunidad, en donde las primeras viviendas fueron trabajadas a base de barro o arcilla, y posteriormente aparecieron materiales como el acero y el concreto armado para los primeros edificios verticales.

Asimismo, la evolución de la construcción en la vivienda se ha visto reflejada a lo largo del mundo y de los tiempos; un ejemplo de esto es que, en el antiguo Egipto, las casas estaban construidas con adobes sobre planta rectangular, y en el oriente próximo, las viviendas se adaptaban a las posibilidades constructivas, ya sea de barro o piedra. (párr. 7). Para la edad media todas estas tipologías residenciales habían desaparecido en Europa, ya que se comenzaron a construir monasterios y núcleos urbanos en expansión, lo cual desencadenó, tras ciertos periodos de historia, lo que en el siglo XX conocemos como construcción residencial; así fue como los arquitectos, a finales del siglo pasado, proyectaban viviendas según los principios y materiales que imponían su época. (párrs. 1, 6 y 8).

⁷Reyes, D., y Cornejo, Y. (2014). ESTADO DEL ARTE DE LA CONSTRUCCION CON MATERIAL RECICLABLE. [En línea]. Consultado: [09, abril, 2018]. Disponible en: <http://metadirectorio.org/bitstream/10983/2025/1/Construcci%C3%B3n-con-material-reciclable.pdf>

⁸Díaz, P. (2017). Evolución en los materiales de construcción: vivienda. [En línea]. Consultado: [09, abril, 2018]. Disponible en: <https://centrourbano.com/2017/04/05/evolucion-los-materiales-construccion-vivienda/>

Investigando en las informaciones disponibles en el Portal de revistas científicas de la Universidad

Técnica de Manabí, en un artículo de Jarre y cols.⁹ (2017), podemos referenciar que:

Los constructores romanos descubrieron que ciertos materiales procedentes de depósitos volcánicos, mezclados con caliza, arena y agua, producían un mortero de gran fuerza, capaz de resistir la acción del agua dulce y salada. La civilización romana utilizaba el hormigón en la construcción de grandes edificios y también en la red de agua potable y en la evacuación de aguas residuales.

En el siglo I a. C. se empezó a utilizar en la Antigua Roma, un cemento natural que ha resistido la inmersión en agua marina por milenios, los cementos Portland no duran más de los 60 años en esas condiciones; formaban parte de su composición cenizas volcánicas obtenidas en Pozzuoli, cerca del Vesubio. La bóveda del Panteón es un ejemplo de ello.

El cemento surge en 1824, cuando Joseph Aspdin patenta el cemento Pórtland como “Una mejora en las formas de producir piedra artificial”. A partir de entonces se han realizado variados estudios referentes a este material, los cuales han llevado al desarrollo y mejora de las propiedades del mismo hasta como lo conocemos hoy día.

El cemento es uno de los materiales más consumidos por la humanidad junto al agua, y su producción demanda 10 veces más energía que otras actividades industriales. Una sola planta cementera, como la operada por Holcim en la provincia de Mendoza, consume tanto gas natural por día como una ciudad de 80.000 habitantes (González Carletto, 2007). Los principales combustibles utilizados por las cementeras en distintos países incluyen carbón, coque de petróleo, hidrocarburos líquidos pesados, gas natural y gas de refinerías de petróleo. Pero los elevados requerimientos de combustible y su incidencia en la rentabilidad hicieron que las cementeras buscaran nuevas fuentes de calor. (Montes De Oca, 2010)

La explotación de canteras para la obtención de la materia prima constituyente del cemento, representa una alta erosión del suelo, que trae consigo grandes repercusiones no solo al medio, sino también a la salud humana, la flora, la fauna de la zona de la cantera y sus alrededores. (Martinera, 2003)

La importancia del cemento en el mundo de la construcción actual resulta clave, ya que es insustituible para el preparado del hormigón, material utilizado de manera global para la mayoría de construcciones que requieren altos niveles de resistencia y durabilidad. (p. 2).

⁹Jarre, C., Howland J., Guerrero, M., Salomón, B. (2017). Impacto de la utilización de puzolanas naturales ecuatorianas. [En línea]. Consultado: [09, abril, 2018]. Disponible en: <http://revistas.utm.edu.ec/index.php/Riemat/article/view/931/827>

1.3. Justificación del tema.

1.3.1. Justificación General.

Se considera relevante realizar el estudio de la ceniza de bagazo de caña de azúcar como un nuevo material a utilizarse en la industria de la construcción, para la elaboración de distintos elementos constructivos. La CBC es un desecho proveniente de la industria azucarera al cual no se le da utilidad, perjudicando a comunidades aledañas a los ingenios debido a la contaminación que esta ceniza provoca al esparcirse en el ambiente. Esta ceniza posee una buena actividad puzolánica, lo que la postula como un sustituto del cemento portland de forma parcial, contribuyendo también con la disminución de la contaminación que genera la industria del cemento.

Consultando en las informaciones disponibles en el sitio web Blog 360 en concreto, en un artículo de Tobón¹⁰ (2017), podemos citar que:

El cemento para mampostería es un producto específicamente diseñado y fabricado para ser utilizado en la producción de mortero para pega y pañete o revoque de ladrillos y bloques.

El cemento para mampostería consiste en una mezcla homogénea controlada de cemento Portland, materiales plastificantes inorgánicos tales como cal hidratada o piedra caliza pulverizada, junto con otros materiales introducidos para mejorar las propiedades del mortero. El cemento Portland contribuye a la resistencia a la compresión y adherencia del mortero. Los plastificantes y otros materiales optimizan la trabajabilidad, la retención de agua y la manejabilidad o tiempo en que mantiene su consistencia; contribuyen a mejorar la durabilidad y a reducir la absorción de agua del mortero. (párr. 1).

¹⁰Tobón, J. (2017). CEMENTO PARA MAMPOSTERÍA, UN MAYOR RENDIMIENTO EN OBRA. [BLOG 360° EN CONCRETO]. [En línea]. Consultado: [09, abril, 2018]. Disponible en: <http://blog.360gradosenconcreto.com/cemento-mamposteria-mayor-rendimiento-obra/>

Investigando en las informaciones disponibles en el sitio web de la Universidad Nacional de Colombia, en un artículo de Giraldo y cols.¹¹ (2012), podemos conocer que:

En varios estudios se ha demostrado que la CBC presenta un elevado contenido de sílice (SiO₂) y alúmina (Al₂O₃), que le dan una buena actividad puzolánica como sustituto parcial del cemento portland y constituye una valiosa alternativa que representa un doble beneficio, por un lado, valoriza un desecho y por otro, contribuye a la reducción de gases de efecto invernadero liberados durante la manufactura de cemento (0.85-1 kg CO₂/kg cemento). Esta es una propuesta interesante, si se considera la enorme proporción de contaminación generada por la industria cementera, que según datos del International Cement Review, su producción mundial para el 2010 alcanzó los 3.3 mil millones de toneladas (Intercement, 2010). (p. 77).

Se considera de gran importancia la realización del estudio de la ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBC) como material alternativo para la elaboración de elementos constructivos y de revestimiento para mampostería. La industria azucarera produce enormes cantidades de este material residual cada año, como resultado de la combustión del bagazo de la caña de azúcar y su dispersión contamina el aire y por ende afecta la salud del ser humano. La CBC merece ser estudiada para constatar su utilidad dentro de la construcción, sus propiedades, su resistencia y bondades que proporciona este material como una alternativa constructiva aplicable en elementos de carácter arquitectónico contribuyendo así con el ambiente mediante la utilización de un desecho, que puede ser utilizado como aditivo para morteros.

1.3.2. Justificación Arquitectónica-Ambiental.

La arquitectura debe buscar concretar la idónea interrelación entre el ambiente que la acoge y el hábitat que se pretende construir y que de igual manera proporcione el debido confort para los habitantes. Se considera necesario que la arquitectura se incline a la sostenibilidad en donde se priorice el respeto hacia el medio y hacia el usuario, encaminado hacia el buen vivir.

¹¹Giraldo, C., Vidal D., Martínez C., Torres, J., y González L. (2012). Ceniza de bagazo de caña como aditivo al cemento Portland para la fabricación de elementos de construcción. [En línea]. Consultado: [09, abril, 2018]. Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/38566/1/41468-187407-2-PB.pdf>

Investigando las informaciones disponibles de la obra de Domínguez y Soria¹² (2004), podemos citar que:

Cada vez más se está viendo la necesidad de que la arquitectura adopte criterios de diseño y construcción más sensibles y respetuosos con el medio ambiente natural, no sólo como postura ética “apropiada” para reducir los impactos negativos en el entorno, sino incluso como una necesidad de actualizar sus competencias para estar en condiciones de responder a las normativas ambientales ya establecidas legalmente, o para participar en concursos nacionales o internacionales donde la atención a los temas ambientales resulta obligatoria, o simplemente para atender a otro segmento creciente que demanda el mercado laboral. Esto implica que el desarrollo humano ha de ser sostenible, la economía, el comercio, el arte, el ocio, la salud, todo debe tener un equilibrio con lo natural y con lo cultural. La arquitectura por lo tanto, si realmente ha de ser sostenible, tiene que responder no sólo a contaminar poco la atmósfera, sino también a crear un ambiente donde el usuario pueda tener una buena calidad de vida: funcional, accesible, amplia, higiénica, saludable, confortable, estéticamente satisfactoria... En pocas palabras, y parafraseando a Aalto, se debe “humanizar” la arquitectura. (pp. 6 y 8).

1.3.3. Justificación Académica.

Consultando en el Reglamento del Régimen Académico del Consejo de Educación Superior de la República del Ecuador (CES)¹³ (2013), podemos transcribir que:

Art. 21.- Señala que el trabajo de titulación es el resultado investigativo, académico o artístico, en el cual el estudiante demuestra el manejo integral de los conocimientos adquiridos a lo largo de su formación profesional; deberá ser entregado y evaluado cuando se haya completado la totalidad de horas establecidas en el currículo de la carrera, incluidas las prácticas pre profesionales.

Se consideran trabajos de titulación en la educación técnica y tecnológica superior, y sus equivalentes, y en la educación superior de grado, los siguientes: examen de grado o de fin de carrera, proyectos de investigación, proyectos integradores, ensayos o artículos académicos, etnografías, sistematización de experiencias prácticas de investigación y/o intervención, análisis de casos, estudios comparados, propuestas metodológicas, propuestas tecnológicas, productos o presentaciones artísticas, dispositivos tecnológicos, modelos de negocios, emprendimientos. Proyectos técnicos, trabajos experimentales, entre otros de similar nivel de complejidad.

Todo trabajo de titulación deberá consistir en una propuesta innovadora que contenga, como mínimo, una investigación exploratoria y diagnóstica, base conceptual, conclusiones y fuentes de consulta. Para garantizar su rigor académico, el trabajo de titulación deberá

¹²Domínguez, L. Á., & Soria, F. J. (2004). Pautas de diseño para una arquitectura sostenible. Barcelona: Edicions UPC.

¹³Consejo de Educación Superior de la República del Ecuador (CES). (2013). Reglamento de Régimen Académico. San Francisco de Quito, República del Ecuador: Consejo de Educación Superior de la República del Ecuador.

guardar correspondencia con los aprendizajes adquiridos en la carrera y utilizar un nivel de argumentación, coherente con las convenciones del campo del conocimiento. (pp. 14 y 15).

1.4. Delimitación del área de estudio.

1.4.1. Cantón Portoviejo, Provincia de Manabí, República del Ecuador.

El área de estudio escogida para la realización del presente análisis se encuentra localizada en la ciudad de Portoviejo, Provincia Manabí. República del Ecuador.

Leyendo en las informaciones disponibles en el sitio web del Instituto Oceanográfico de la Armada Inocar¹⁴ (2012), podemos conocer que:

La República del Ecuador se halla situada en la costa noroccidental de América del Sur, en la zona tórrida del continente americano. La parte continental está ubicada entre los paralelos 01°30' N y 03°23.5' S y los meridianos 75°12' W y 81°00' W. Al territorio nacional le atraviesa la línea ecuatorial, precisamente 22 Km al N de la ciudad de Quito, que es su capital. Es un país continental con preponderancia marítima, pero con un desarrollo de más de 1200 Km de costas, sin contar con el Archipiélago de Galápagos e islas continentales. (p. 13).



Gráfico No. 1. Mapa geográfico de la República del Ecuador.

Fuente: [En línea]. Consultado: [10, abril, 2018]. Disponible en:

<https://www.maps.com/ecuador-political-wall-map.html>

¹⁴Instituto Oceanográfico de la Armada del Ecuador (2012). Capítulo I: Información General de la República del Ecuador. [En línea]. Consultado: [10, abril, 2018]. Disponible en: https://www.inocar.mil.ec/docs/derrotero/derrotero_cap_I.pdf

Indagando en las informaciones disponibles en el sitio web del Gobierno Provincial de Manabí¹⁵ (2016), podemos saber que:

La provincia de Manabí limita al norte con la provincia de Esmeraldas, al sur con las provincias de Santa Elena y Guayas, al este con las provincias de Guayas, Los Ríos y Santo Domingo de los Tsáchilas, y al oeste con el Océano Pacífico. (párr. 1)



Gráfico No. 2. Mapa geográfico de la Provincia de Manabí, República del Ecuador.

Fuente: [En línea]. Consultado: [10, abril, 2018]. Disponible en: <http://www.manabi.gob.ec/datos-manabi/datos-geograficos>

Revisando el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Portoviejo (PDOT)¹⁶ (2011), podemos referenciar que:

El Cantón está ubicado en la Microrregión Centro de la Provincia de Manabí, República del Ecuador, América del Sur. En términos de promoción turística, se empieza a conocer como la “Ruta Spondylus”, un territorio con importantes zonas agrícolas: ganaderas y otros. Mantiene significativos remanentes de bosques secos nativos, relevantes escénicos paisajísticos y un apreciable patrimonio cultural.

Portoviejo, Villanueva de San Gregorio de Portoviejo, es la ciudad capital de la Provincia de Manabí, fundada por el capitán Francisco Pacheco, miembro del ejército de Diego de Almagro, el 12 de Marzo de 1535, se encuentra situada a 140 Km al NO de Guayaquil, es una fértil región agrícola; gran parte de su población está situada en las márgenes del Río Portoviejo, son tierras bajas y de poca pendiente, razón por la cual las crecientes del río se caracterizan por afectar grandes extensiones de terreno. (p. 7).

¹⁵Gobierno Provincial de Manabí (2016). Datos Geográficos. República del Ecuador. [En línea]. Consultado: [10, abril, 2018]. Disponible en: <http://www.manabi.gob.ec/datos-manabi/datos-geograficos>

¹⁶Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Portoviejo. Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Portoviejo (PDOT). (2011). República del Ecuador.



Gráfico No. 3. Imagen del Mapa Cantonal de Portoviejo, Provincia de Manabí, República del Ecuador.
Fuente: [En línea]. Consultado: [10, abril, 2018]. Disponible en:
<http://www.manabi.gob.ec/cantones/portoviejo>

1.5. Objetivos.

1.5.1. Objetivo general.

Analizar el comportamiento de la ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBC), mediante la experimentación, dosificación y pruebas de laboratorio para posibilitar su empleo como alternativa de aditamento al mortero y mitigar así en alguna medida la contaminación.

1.5.2. Objetivos específicos.

- Desarrollar diversos ensayos con la ceniza de bagazo de la caña de azúcar (CBC) para determinar la resistencia que posee este material.
- Determinar las propiedades técnico-constructivas de la ceniza de bagazo de la caña de azúcar (CBC) para posibilitar su uso dentro de los morteros.
- Contribuir con un documento a través del cual se determinen los lineamientos para la mitigación de la contaminación ambiental al establecerle una utilidad a la ceniza de bagazo de caña de azúcar y de esta manera aprovechar lo que ahora solo es considerado como un desperdicio.

1.6. Problematización.

Uno de los principales problemas ambientales que enfrentamos a diario es la contaminación, la cual tiene un gran impacto sobre los ecosistemas, recursos naturales, salud y calidad de vida. Este gran problema ambiental es denominado comúnmente como basura o desperdicios generados por la actividad del hombre y que posteriormente son descartados al no ser de utilidad.

Actualmente la civilización industrial es una nueva terminología para referirse al mundo contemporáneo, en el cual el proceso de industrialización simboliza el aspecto más dinámico del desarrollo. La industria genera grandes cantidades de residuos, de los cuales muchos son recuperables, pero en la actualidad:

¿Son aprovechados todos los residuos de los diferentes productos que se industrializan? Las industrias permanentemente generan una gran cantidad de residuos, muchos de los cuales son desechados e inutilizados provocando una contrariedad colectiva que afecta la población urbana y semi-urbana del país.

¿Es factible implementar el uso de residuos industriales en la construcción? Muchos materiales residuales de las industrias son desperdiciados, sin embargo, la valorización de estos residuos puede aportar al desarrollo de una arquitectura y construcción sostenible.

¿Es posible utilizar aditamentos al mortero que sean el resultado de residuos orgánicos o inorgánicos mejorando así la calidad del mismo? La obtención de un mortero mejorado producto de materiales reciclados y óptimos para la construcción será resultado de diversos ensayos y análisis científicos que deberán elaborarse permanentemente.

CAPÍTULO II: ESTADO DE LA CUESTIÓN.

2.1 Marco Histórico.

Desde la antigüedad el hombre ha utilizado diversos materiales con propiedades aglomerantes para llevar a cabo sus construcciones, como es el caso del polvo resultante de la caliza, el cual actuaba como ligante para elaborar morteros en las construcciones arcaicas. Tal es el caso del cemento portland el cual se incorporó en la industria de la construcción a partir de la revolución industrial popularizándose su uso hasta el presente. En la actualidad se pretende reducir las emisiones de los gases de efecto invernadero resultantes de las fábricas de cemento, buscando la utilización de distintos residuos tanto agrícolas como industriales para lograr desarrollar una producción de materiales puzolánicos capaces de sustituir parcialmente o totalmente al cemento. Revisando en las informaciones disponibles de la obra de Álvarez y cols.¹⁷ (1995) podemos citar que:

La cal como ligante y el mortero de cal se mencionan ya en la Biblia (Deuteronomio 5-27,2), El descubrimiento de las propiedades ligantes de la cal es tema de especulación. Algunos autores (Furlan, 1975) renuncian a datar los primeros morteros de cal, mientras que otros (Malinowski, 1991) lo sitúan muy al comienzo de la Historia del hombre, cuando éste empezó a usar el fuego para calentarse en cuevas de rocas calizas o cuando se preparaba la comida en hogares construidos de dicho material. La caliza calcinada se apagaba en contacto con la humedad o la lluvia, y el polvo resultante tenía propiedades ligantes de materiales.

Una de las primeras aplicaciones de la cal apagada fue como tinte en pinturas en cuevas (Malinowski, 1991). En Turquía, en la villa neolítica de Çatal Hüyük (6.000 a. J.C.) el “enyesado” que recubre suelos y muros, y que sirve de soporte a pinturas y al modelado de animales en los templos, es una arcilla blanca autóctona aplicada tal cual; en cuanto al mortero de tierra, utilizado para la construcción de las paredes, negro y rico en cenizas y restos de huesos, todavía no disponía de un auténtico ligante(*).

A tenor de lo reflejado en la literatura, debe diferenciarse entre las civilizaciones avanzadas de la época, situadas en el cercano Oriente y en Mesopotamia, con sorprendentes conocimientos sobre los materiales y técnicas de construcción, y el resto de civilizaciones prehistóricas de las que se tienen noticia. (p. 52).

¹⁷Álvarez, J., Martín, A., y García P. (1995). 52. Historia de los morteros. *revista ph*, (13).

Investigando en las informaciones disponibles en el sitio web Google Books, en una obra de Sánchez¹⁸ (2002), podemos transcribir que:

Uno de los materiales básicos de construcción asumido por los romanos fue la cal. En relación con este tema Gárate (1993) nos comenta; “aunque la cal tuvo un profuso empleo con anterioridad a los romanos, podemos afirmar que fue la civilización romana la que mejoró los procesos de fabricación de la cal y las técnicas de la puesta en práctica de los morteros, y supo explorar todas las posibilidades de este material y además popularizó y expandió esta técnica por todo el imperio”. Según este autor, no se conoce la fecha exacta de la introducción del mortero de cal en Roma, pero si se sabe que éste fue utilizado en los dos últimos siglos de la república (200-100 a.J.C.), en los que se desarrolla y generaliza rápidamente, supliendo los sistemas utilizados anteriormente, tales como el opus quadratum (gruesos bloques ajustados sin mortero), el opus latericium primitivo y el later crudus o ladrillos secos. (p. 17).

Consultando en las informaciones disponibles en el sitio web de la Universidad Politécnica Nacional, en la tesis de Terán¹⁹ (2016), podemos conocer que:

A partir de la industrialización se hicieron hallazgos y se profundizó en la investigación de este material. Como primer hecho de este desarrollo podemos destacar el descubrimiento de John Smeaton, un ingeniero inglés que al reconstruir el faro de Eddystone en 1758 descubrió que las calizas arcillosas mezcladas con puzolana daban buen resultado al contacto con el agua del mar, ya que fraguaban y no se disolvían con el paso del tiempo. En 1796, J. Parker descubrió por casualidad que se podían fabricar cementos hidráulicos naturales calcinando nódulos de caliza arcillosa, llamándoles cementos romanos, aunque no eran iguales que los creados por los romanos 20 siglos atrás, fueron llamados así por sus propiedades hidráulicas.

El químico francés Louis Joseph Vicat explicó de manera científica como se comportaba el cemento y a él se le debe el sistema de fabricación que utilizamos actualmente, por vía húmeda, mezclando arcillas y calizas en proporción y moliéndolas, y que inventó en 1817.

¹⁸Sánchez, F. (2002). Historia, caracterización y restauración de morteros. [En línea]. Consultado: [06, mayo, 2018]. Disponible en: [https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=lokp-mGpGWoC&oi=fnd&pg=PA9&dq=Uno+de+los+materiales+b%C3%A1sicos+de+construcci%C3%B3n+asumido+por+los+romanos+fue+la+cal.+En+relaci%C3%B3n+con+este+tema+G%C3%A1rate+\(1993\)+nos+comenta%3B+%E2%80%9Caunque+la+cal+tuvo+un+profuso+empleo+con+anterioridad+a+los+romanos,+podemos+afirmar+que+fue+la+civilizaci%C3%B3n+roma&ots=aEZRbXbJ6M&sig=-VsHm5j5x4eY-14J5jkFmtK6v0I#v=onepage&q=Uno%20de%20los%20materiales%20b%C3%A1sicos%20de%20construcci%C3%B3n%20asumido%20por%20los%20romanos%20fue%20la%20cal.%20En%20relaci%C3%B3n%20con%20este%20tema%20G%C3%A1rate%20\(1993\)%20nos%20comenta%3B+%E2%80%9Caunque%20la%20cal%20tuvo%20un%20profuso%20empleo%20con%20anterioridad%20a%20los%20romanos%2C%20podemos%20afirmar%20que%20fue%20la%20civilizaci%C3%B3n%20roma&f=false](https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=lokp-mGpGWoC&oi=fnd&pg=PA9&dq=Uno+de+los+materiales+b%C3%A1sicos+de+construcci%C3%B3n+asumido+por+los+romanos+fue+la+cal.+En+relaci%C3%B3n+con+este+tema+G%C3%A1rate+(1993)+nos+comenta%3B+%E2%80%9Caunque+la+cal+tuvo+un+profuso+empleo+con+anterioridad+a+los+romanos,+podemos+afirmar+que+fue+la+civilizaci%C3%B3n+roma&ots=aEZRbXbJ6M&sig=-VsHm5j5x4eY-14J5jkFmtK6v0I#v=onepage&q=Uno%20de%20los%20materiales%20b%C3%A1sicos%20de%20construcci%C3%B3n%20asumido%20por%20los%20romanos%20fue%20la%20cal.%20En%20relaci%C3%B3n%20con%20este%20tema%20G%C3%A1rate%20(1993)%20nos%20comenta%3B+%E2%80%9Caunque%20la%20cal%20tuvo%20un%20profuso%20empleo%20con%20anterioridad%20a%20los%20romanos%2C%20podemos%20afirmar%20que%20fue%20la%20civilizaci%C3%B3n%20roma&f=false)

¹⁹Terán, S. (2016). Análisis de la competitividad de la industria cementera ecuatoriana considerando las variaciones económicas del país durante el periodo 2011-2015. [En línea]. Consultado: [06, mayo, 2018]. Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/16829/1/CD-7408.pdf>

El constructor inglés Joseph Aspdin patentó en 1824 el cemento pórtland, un material en polvo que al mezclarse con agua y arena fraguaba formando un conglomerado parecido est ticamente a las calizas de Portland. La fabricación consistía en mezclar tres partes de cal con una parte de arcilla, cocer la mezcla en unos hornos parecidos a los de la cal, y volverlo a moler todo junto. El cemento obtenido era de poca calidad ya que no se alcanzaban grandes temperaturas en la cocción y lo que se obtenía era una caliza hidráulica. (pp. 43 y 44).

Leyendo las informaciones disponibles en el sitio web Promateriales²⁰ (2013), podemos saber que:

Gracias a los procesos de investigación y desarrollo que se han ido realizando, se ha conseguido la fabricación de morteros de alta calidad. En este caso los cementos, como hemos comentado, se emplean para producir morteros y hormigones cuando se mezclan con agua y áridos, naturales o artificiales, obteniéndose con ellos elementos constructivos prefabricados o contruidos "in situ". Esta mezcla debe tener las proporciones, de los materiales que la componen, muy determinadas para darle homogeneidad al mortero. En la actualidad, el uso del cemento ha sufrido un brusco descenso. Durante el mes de marzo de 2013 se alcanzó la cifra de 0.78 millones de toneladas lo que supone un descenso interanual de 39.8%. Por otro lado, informes de Oficemen, indican que la cifra acumulada de los tres primeros meses del año sitúan el consumo en 2.54 millones de toneladas, con un descenso interanual del 29.3%, mientras que en el conjunto de los últimos doce meses, el consumo es de 12.38 millones de toneladas, esto es un 33.8% menos de los consumido un año antes. (p. 84).

Indagando en las informaciones disponibles en el sitio web de la Universidad Autónoma de Querétaro, en la tesis de Rodr guez²¹ (2014), podemos referenciar que:

Dado que la industria de la construcción es responsable del 30% de las emisiones de CO₂, una forma de reducir el impacto de la actividad de la construcción es sustituir el cemento Portland ordinario por materiales reciclados. La aplicación de la utilización de residuos agrícolas en la producción de material puzolánico es técnicamente factible, la calcinación de los materiales orgánicos resultan en cenizas con un tamaño de partícula fino y alto contenido en SiO₂. En la actualidad se discute el efecto puzolánico de la ceniza de bagazo de caña de azúcar de Taretan, Michoacán, México. (p. iii).

²⁰Promateriales (2013). Cementos y Morteros: El alma de la Arquitectura. No. 65. [En línea]. Consultado: [06, mayo, 2018]. Disponible en: <https://promateriales.com/pdf/PM65-08.pdf>

²¹Rodr guez, J. (2014). Ceniza de bagazo de caña: efecto puzolánico en morteros de cemento. [En línea]. Consultado: [06, mayo, 2018]. Disponible en: <http://ri.uaq.mx/bitstream/123456789/5270/1/RI001501.pdf>

Revisando en las informaciones disponibles en el sitio web Materiales de Construcción, en un artículo de Martirena²² (2000), podemos citar que:

Los aglomerantes de tipo cal puzolana se han convertido recientemente en una atractiva alternativa para la construcción social en países en vías de desarrollo. Entre las puzolanas más usadas frecuentemente están las tobas y cenizas volcánicas.

Varios residuos de la industria y la agricultura han demostrado tener propiedades puzolánicas, entre ellos las Cenizas Volantes de Carbón (PFA) desechadas en plantas generadoras de energía, y las Cenizas de Cascarilla de Arroz(RHA)(1).

Hay estudios recientes que demuestran que los desechos agrícolas e industriales de la Industria Azucarera, principalmente las Cenizas de Bagazo de Caña (CBC), y las Cenizas de Paja de Caña (CPC) tienen actividad puzolánica, debido al alto contenido de sílice (SiO₂) presente en estos materiales (2,3). (p. 71).

Indagando nuevamente las informaciones disponibles en el sitio web de la Universidad Veracruzana, en la tesis de Hernández²³ (2011), podemos transcribir que:

Las CBCA es un subproducto de los desechos de la fabricación del azúcar. Se utiliza como combustible que sirve para calentar las calderas para obtener el azúcar.

La utilización de las cenizas de bagazo de caña de azúcar en diversos campos, como la agricultura, y ahora, en la construcción, será de gran aprovechamiento. Su propiedad como material cementante para utilizarlo como cemento puzolánico. Además, hay que conocer que la fibra de la caña de azúcar representa entre un 40-50% de su volumen de toda la planta.

Para obtener, la caña de azúcar de la industria al campo es muy variada. La caña de azúcar tarda de 12 a 14 meses, desde su siembra hasta su cosecha. Los medios utilizado para el corte de la caña de azúcar es a través de maquinaria o manos como son los cañeros. Lo transportan a través de camiones llenos de caña de azúcar, al ingenio más cercano de la región. Se almacena en el patio del ingenio para su transformación a azúcar. Es lavada la caña de azúcar en unas mesas, para pasar a una banda transportadora que la conduce a unas cuchillas, para su picado en fibras. Así, a los molinos hacen mucho más fácil extraer el jugo de las fibras a base de presión, para dejar solo el bagazo. La sacarosa es el jugo del producto de la extracción de la caña de azúcar. El bagazo es el material fibroso de la caña de azúcar, posteriormente se aprovecha para el calentamiento de las calderas, que produce electricidad con maquinas de vapor. Y mueve toda la maquinaria de todo el ingenio. (p. 23).

²²Martirena, J., Betancourt, S., Middendorf, S., Rubio, A., Martínez, L., Machado, I., M., y González R. (2000). Propiedades puzolánicas de desechos de la industria azucarera (primera parte). [En línea]. Consultado: [06, mayo, 2018]. Disponible en: <http://materconstrucc.revistas.csic.es/index.php/materconstrucc/article/view/392/438>

²³Hernández, U. (2011). Comportamiento mecánico y físico del mortero a base de CBCA como árido en aplanados en muros. [En línea]. Consultado: [06, mayo, 2018]. Disponible en: <https://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/30602/1/HdzJaen.pdf>

2.2. Marco Conceptual.

A continuación, se describirán algunas conceptualizaciones de carácter relevante en relación al presente estudio, para lograr una mejor comprensión de la temática mediante la terminología que se encuentra implícita en el análisis de la ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBC).

Ceniza.

Consultando en las informaciones disponibles en el sitio web de la Real Academia Española²⁴ (2017), podemos referenciar que: “Polvo de color gris claro que queda después de una combustión completa, y está formado, generalmente, por sales alcalinas y térreas, sílice y óxidos metálicos.” (párr. 1).

Ejemplo:

La ceniza resultante de la combustión de la cascarilla de arroz.

Bagazo.

Continuando en las informaciones disponibles en el sitio web de la Real Academia Española²⁵ (2017), podemos citar que: “Residuo fibroso resultante de la trituración, presión o maceración de frutos, semillas, tallos, etc., para extraerles su jugo, especialmente el de la vid o la caña de azúcar.” (párr. 1).

Ejemplo:

El bagazo de caña resultante de la fabricación de azúcar y alcohol etílico, el cual es un combustible natural.

²⁴Real Academia Española. (2017). Ecuador. [En línea]. Consultado: [15, abril, 2018] Disponible en: <http://dle.rae.es/?id=8DZEKoj>

²⁵ Idem.

Caña de azúcar.

Continuando la indagación en las informaciones disponibles en el sitio web de la Real Academia Española²⁶ (2017), podemos citar que: "Planta gramínea, originaria de la India, con el tallo leñoso, de unos dos metros de altura, hojas largas, lampiñas, y flores purpúreas en panoja piramidal, cuyo tallo está lleno de un tejido esponjoso y dulce, del que se extrae azúcar." (párr. 24).

Ejemplo:

La caña de azúcar empleada en la elaboración de bioetanol.

Aditamento.

Continuando la investigación en las informaciones disponibles en el sitio web de la Real Academia Española²⁷ (2017), podemos referir que: "Cosa que se añade a otra." (párr. 1).

Ejemplo:

Las fibras de polipropileno que se añaden a la mezcla de hormigones y morteros para obtener una mayor resistencia.

Aglomerante.

Investigando en las informaciones disponibles en el sitio web Google Books, en la obra de Gomá²⁸ (1979), podemos transcribir que: "Entendemos por aglomerante, en general, un compuesto de una o varias sustancias capaz de endurecerse, a corto o largo plazo, y en consecuencia, capaz de unir materiales heterogéneos de distinta naturaleza." (p. 3).

Ejemplo:

²⁶Real Academia Española. (2017). Ecuador. [En línea]. Consultado: [15, abril, 2018] Disponible en: <http://dle.rae.es/?id=7E5tpxx>

²⁷Idem.

²⁸Gomá, F. (1979). El cemento portland y otros aglomerantes. [En línea]. Consultado: [27, abril, 2018]. Disponible en: https://books.google.es/books?hl=es&lr=lang_es&id=XDTMOk4Ggd0C&oi=fnd&pg=PA2&dq=cemento+portland&ots=qK4TzMDd9S&sig=83y6gv_3JrYDo0KKcTQPb0A5jYQ#v=onepage&q=cemento%20portland&f=false

La cal, cuya utilidad se remonta al inicio de la historia de la humanidad. Es un aglomerante usado versátilmente en la arquitectura.

Cemento Puzolánico.

Consultando en las informaciones disponibles en el sitio web Materiales de Construcción, en un artículo de Calleja²⁹ (1983), podemos conocer que:

Considerados como tales tanto los que contienen puzolanas naturales como artificiales (incluidas las cenizas volantes), y habiendo quedado ya expuesto lo necesario acerca de los materiales en cada caso, cabe indicar aquí que las propiedades y el comportamiento de estos cementos vienen dadas por sus resistencias mecánicas en función de su puzolanidad -dependiente a su vez de las características del clinker y de la puzolana, de sus proporciones relativas y de la finura del conjunto-, por su menor calor de hidratación y por su mayor durabilidad. (p. 42).

Ejemplo:

El cemento puzolánico utilizado en la construcción del Coliseo Romano.

Puzolanas-Subproductos.

Leyendo nuevamente en las informaciones disponibles del sitio web Materiales de Construcción, en un artículo de Calleja³⁰ (1983), podemos saber que:

Las puzolanas-subproductos (en este sentido son también artificiales), las más genuínas son las cenizas volantes de centrales termoeléctricas, recogidas de los humos y gases de combustión de los carbones, por precipitación en separadores electrostáticos; y más recientemente el llamado "polvo de sílice" o "humo de sílice", recuperado de los gases desprendidos en la obtención de aleaciones de ferrosilicio. Este material es casi exclusivamente silícico por naturaleza y presenta una textura extraordinariamente fina. (p. 30).

Ejemplo:

Puzolanas naturales como las cenizas volcánicas.

Construcción Sostenible.

²⁹Calleja, J. (1983). Adiciones y cementos con adiciones. [En línea]. Consultado: [16, abril, 2018]. Disponible en: <http://materconstrucc.revistas.csic.es/index.php/materconstrucc/article/viewFile/969/1029>

³⁰Calleja, J. (1983). Adiciones y cementos con adiciones. [En línea]. Consultado: [16, abril, 2018]. Disponible en: <http://materconstrucc.revistas.csic.es/index.php/materconstrucc/article/viewFile/969/1029>

Indagando en las informaciones disponibles en el sitio web de Informes de la Construcción, en la publicación de Alavedra y cols.³¹ (1997), podemos referenciar que:

La Construcción sostenible, que debería ser la construcción del futuro, se puede definir como aquella que, con especial respeto y compromiso con el Medio Ambiente, implica el uso sostenible de la energía. Cabe destacar la importancia del estudio de la aplicación de las energías renovables en la construcción de los edificios, así como una especial atención al impacto ambiental que ocasiona la aplicación de determinados materiales de construcción y la minimización del consumo de energía que implica la utilización de los edificios. (p. 43).

Ejemplo:

El edificio Pixel de la Mancomunidad de Australia es un claro ejemplo de construcción sostenible en cuanto a energías renovables, eficiencia energética, áreas verdes y disminución de residuos.

Construcción Sustentable.

Revisando las informaciones disponibles en el sitio web de la Universidad Virtual del Estado de Guanajuato, en la publicación de Hurtado³² (2015), podemos conocer que:

En resumen, la sustentabilidad, nace en el ámbito de las ciencias naturales, en específico lo que ahora nombramos como Ciencias Ambientales y tiene como meta el desarrollo de un nuevo sistema social, ambiental y económico que prevea el incremento de la calidad de vida de las personas que vivimos ahora, pero sin olvidar que, mínimamente pueda sostener, con la calidad de vida actual, a las generaciones por venir. (p. 2).

Ejemplo:

³¹Alavedra, P., Domínguez, J., Engracia, G., y Serra, J. (1997). La construcción sostenible. El estado de la cuestión. [En línea]. Consultado: [16, abril, 2018]. Disponible en: <http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/view/936/1018>

³²Hurtado, I. (2015). Concepto de Sustentabilidad. [En línea]. Consultado: [16, abril, 2018]. Disponible en: <http://roa.uveg.edu.mx/repositorio/postgrado2015/60/Conceptodesustentabilidad.pdf>

El hospital bioclimático en la comunidad Susques en la nación de Argentina, cuya construcción se efectuó utilizando materiales de la zona y estuvo a cargo del Instituto de Investigación de Energías No Convencionales (INENCO).

Vivienda ecológica.

Leyendo en la tesis de licenciatura de Andrade³³ (2016), podemos saber que:

Las viviendas ecológicas también son también conocidas como bio climáticas y son aquellas que logran condiciones óptimas de habitabilidad con el menor consumo de energía posible, para esto se debe tener en cuenta la ubicación del predio, la orientación, el terreno donde estará construido y la naturaleza que lo rodea. (p. 10).

Ejemplo:

La EcoCasa en la ciudad de Pereira de la República de Colombia, considerada como una casa ecológica en su totalidad fue construida utilizando bloques ecológicos, techo de tetra pack reciclado, paneles solares, cielo raso de pvc, además cuenta con su propio huerto orgánico y su propia planta de tratamiento de aguas residuales.

Granulometría.

Leyendo en las informaciones disponibles en el sitio web de la Universidad Autónoma del Estado de México UAEM, en un documento proyectable en línea de Vaca³⁴ (2015), podemos saber que: “Proporciones relativas de las distintas partículas minerales inferiores a 2 mm, agrupadas por clases de tamaños en fracciones granulométricas, tras la destrucción de los agregados” (p. 8).

Ejemplo:

³³Andrade, J. (2016). Caracterización de la vivienda ecológica como una alternativa innovadora para minimizar el impacto ambiental. Acercamiento a los casos de éxito en Colombia entre los años 2000 y 2015. [En línea]. Consultado: [27, abril, 2018]. Disponible en:

<https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/15244/3/AndradeColmenaresJulioEnrique2016.pdf>

³⁴Vaca, R. (2015). Propiedades físicas relacionadas con la calidad del suelo. [En línea]. Consultado: [16, abril, 2018]. Disponible en: <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/34428>

La granulometría de los áridos utilizados para la elaboración del concreto.

Mezcla.

Revisando en las informaciones disponibles en el sitio web de la Real Academia Española³⁵ (2017), podemos transcribir que “Agregación o incorporación de varias sustancias o cuerpos que no tienen entre sí acción química.” (párr. 2).

Ejemplo:

La mezcla de cemento, agregados y agua para fabricar hormigón.

Mortero.

Indagando en las informaciones disponibles en el sitio web Google Académico, en una obra de Paredes y cols.³⁶ (2015), podemos citar que:

El mortero está destinado a unir una serie de elementos pequeños (piedras o ladrillos) para constituir una unidad de obra con características propias. Durante la evaporación del agua de una pasta de cal, se produce una contracción elevada que fácilmente da lugar a grietas. Esta retracción puede reducirse mediante la adición de arena a la pasta, es decir, no utilizando pasta de cal sino morteros de cal. Si se añade poca arena la retracción será alta; si se añade mucha arena bajarán la plasticidad y la resistencia. (p. 11).

Ejemplo:

Los morteros de cal y yeso utilizados en París desde la antigüedad hasta la época de Vitrubio.

Enlucido.

Consultando en las informaciones disponibles en el sitio web de la Real Academia Española³⁷ (2017), podemos transcribir que: “Capa de yeso, estuco u otra mezcla, que se da a las paredes de una casa con objeto de obtener una superficie tersa.” (párr. 1).

Ejemplo:

³⁵Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española (2016). [En línea]. Consultado: [16, abril, 2018]. Disponible en: <http://dle.rae.es/?id=P9Hobgp>

³⁶Paredes, J., Valverde, Y., y Ecurra, B. (2004). Morteros: (Unión de agua + conglomerante + árido fino).

³⁷Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española (2016). [En línea]. Consultado: [16, abril, 2018]. Disponible en: <http://dle.rae.es/srv/search?m=30&w=enlucido>

Las paredes de las cámaras funerarias del Antiguo Egipto estaban enlucidas con pasta de yeso.

2.3. Marco Referencial.

2.3.1. Repertorio Internacional.

2.3.1.1 Apuntan a desarrollar ladrillos con cenizas de las azucareras, República Argentina.

En la provincia Tucumán de la República Argentina se lleva a cabo un proyecto de ladrillos ecológicos producto del reciclaje de la ceniza de bagazo de caña de azúcar proveniente de los ingenios azucareros con el fin de mitigar la contaminación producto de la industria azucarera. Este proyecto ha obtenido muy buenos resultados probando así la resistencia del material, por lo cual ha sido escogido en el presente análisis de caso como una referencia idónea de la factibilidad del material CBC en la construcción.

Revisando en las informaciones disponibles en el sitio web de un artículo publicado del periódico el territorio³⁸ (2014), podemos saber que:

Tucumán impulsa un proyecto de reciclado de cenizas de los ingenios azucareros para la obtención de ladrillos ecológicos para la construcción, cuya finalidad es evitar el impacto ambiental que provoca la fabricación por el sistema tradicional. (párr. 1).

"El objetivo es lograr una contribución de este tipo de ladrillos ecológicos, obtenidos en base a cenizas de los ingenios azucareros, hasta alcanzar entre un 10% y un 30% de la totalidad de la obra pública, en el plazo de diez años a partir de la puesta en vigencia de la presente ley", explicó el legislador Emiliano Vargas Aigansse, impulsor del proyecto. Los principios de producción del ladrillo ecológico se establecen a partir de la captura de efluentes que salen de los filtros del ingenio.

Con este desecho se realiza un proceso de filtrado y se obtiene una ceniza sólida, la cual se mezcla con componentes aglutinantes de Zilicatos - Aluminatos, mientras se realiza un proceso de prensado ideado por la cooperativa Improda. La aplicación de este material de construcción se implementó hace dos años en el ingenio la Trinidad en la erradicación de viviendas rancho y adoquinería, con muy buenos resultados en cuanto a la resistencia del material. También los alumnos de la Escuela Técnica de Concepción están trabajando con este material en pasantías. (párrs. 2 y 3).

³⁸El territorio (2014). Apuntan a desarrollar ladrillos con cenizas de las azucareras. [En línea]. Consultado: [16, abril, 2018]. Disponible en: <http://www.eltterritorio.com.ar/apuntan-a-desarrollar-ladrillos-con-cenizas-de-las-azucareras-0691659140107405-et>

Investigando en las informaciones disponibles en el sitio web de un artículo publicado del periódico La Gaceta³⁹ (2008), podemos referenciar que:

El reciclado de las cenizas de calderas se realiza de la siguiente manera: 1. Extracción de la ceniza: es sometida a procesos para bajar su granulometría, quedando libre de elementos orgánicos (bagazo, melaza, impurezas, etc); 2. Mezclado: una vez depurada la ceniza, se la mezcla con elementos que producirán una reacción química luego del contacto con el agua, formando una pasta que queda en reposo para su posterior utilización; 3. Moldeado: la pasta procesada se coloca en moldes para ser compactados; de donde se obtiene un elemento macizo; 4. Estibado: los mampuestos quedarán estibados; su resistencia inicial de trabajo es similar a la del hormigón. El método de producción lleva cuatro años de estudio; el proceso químico fue registrado en el Instituto Nacional de la Propiedad Industrial (INPI). (párr. 5).



Gráfico No. 4. Ladrillos de CBC utilizados para la construcción de viviendas de interés social en la República de Argentina.

Fuente: [En línea]. Consultado: [04, junio, 2018]. Disponible en: <https://www.lagaceta.com.ar/nota/272870/rural/fabrican-ladrillos-cenizas-ingenios.html>

³⁹La Gaceta (2008) Fabrican ladrillos con las cenizas de los ingenios. [En línea]. Consultado: [04, junio, 2018]. Disponible en: <https://www.lagaceta.com.ar/nota/272870/rural/fabrican-ladrillos-cenizas-ingenios.html>



Gráfico No. 5. Bloques ecológicos a partir de la ceniza que queda como residuo del proceso industrial de la elaboración de azúcar en los Estados Unidos Mexicanos.

Fuente: [En línea]. Consultado: [04, junio, 2018]. Disponible en:

<https://www.launion.com.mx/morelos/zona-sur/noticias/109220-aprovechara-el-iez-la-ceniza-que-genera-para-elaborar-bloques-ecologicos.html>



Gráfico No. 6. Mampostería realizada con ladrillos de ceniza de bagazo de caña de azúcar en la República de Argentina.

Fuente: [En línea]. Consultado: [04, junio, 2018]. Disponible en:

<https://www.youtube.com/watch?v=UjQoZkGQulk>

2.3.1.2. La casa de Tinos, República Helénica.

En la República Helénica se encuentra la casa de Tinos considerada una obra de alto valor estético de la arquitectura griega tradicional, construida con materiales del medio, utilizando el mortero de cal y arena como material de recubrimiento al igual que el mortero de cal y ladrillo triturado (kourasani) para lograr un mejor aislamiento. Esta referencia arquitectónica contribuye con pautas para la presente investigación, siendo un prototipo en cuanto a materiales de recubrimientos distintos al mortero de cemento, ya que actualmente el kourasani es considerado como un material de revestimiento ecológico e innovador.

Consultando en las informaciones disponibles en la obra de Maleka⁴⁰ (2013), podemos citar que:

La casa de Tinos es una de las creaciones más bellas e inteligentes de la arquitectura popular griega. La sencillez, la necesidad y la verdad son las primeras impresiones que se llevará alguien cuando la vea.

Los materiales de construcción: La piedra, la madera, la cal, la tierra arcillosa, la caña y las algas son los materiales de construcción básicos. Con respecto al mármol, aunque muy abundante en la isla, apenas se utiliza en las construcciones tradicionales.

Los muros de separación, para ahorrar espacio, se construyen muchas veces con una estructura de madera hecha de troncos sin corteza y redondos, atados entre sí con alambres o cañas clavadas recubiertas con mortero de cal.

Cuando el habitante de Tinos quiere conseguir aislamiento utiliza el conocido kourasani (mortero cerámico) con cal y ladrillo triturado.

Los revestimientos, tanto exteriores como interiores, se hacen con cal y arena. Es característica, en la ejecución del enlucido exterior, una técnica donde la argamasa se extiende directamente sobre las piedras con la presión de la espátula y así el mortero se incrusta mejor entre las juntas consiguiendo mayor adhesión. De esta manera, los muros dan la impresión que se modelaron en vez de que se construyeron y especialmente cuando les da directamente la luz. (pp. 65, 67 y 68).

⁴⁰Maleka, K. (2013). Principios de la arquitectura popular griega. En Construcción con tierra. Patrimonio y vivienda. X CIATTI. Congreso de Arquitectura de Tierra en Cuenca de Campos 2013. [En línea]. Consultado: [04 de junio del 2018] disponible en: <http://www5.uva.es/grupotierra/publicaciones/digital/libro2014/065-072-maleka.pdf>



Gráfico No. 7. Fachada de la casa antigua de la isla de Tinos, Atenas, República Helénica.

Fuente: [En línea]. Consultado: [04, junio, 2018]. Disponible en:
<https://decoracion.tendencias.com/casas/una-paradisiaca-casa-tradicional-griega-en-la-isla-de-tnos>



Gráfico No. 8. Mampostería revestida con cal y arena en la República Helénica.

Fuente: [En línea]. Consultado: [04, junio, 2018]. Disponible en:
<https://decoracion.tendencias.com/casas/una-paradisiaca-casa-tradicional-griega-en-la-isla-de-tnos>

2.3.1.3. Mortero Greb, Reino de España.

En la técnica Greb se emplean esencialmente tres materiales: madera, paja, serrín y cal. En este sistema las paredes se construyen con madera y paja, posteriormente recubiertas por el mortero de cemento, cal y serrín, cuya clave radica en la adherencia de la paja al mortero, logrando así una fusión total de los materiales. Esta técnica de mortero aligerado con serrín ha tenido una gran aceptación y buenos resultados, por lo cual se ha considerado como un referente apropiado para la presente investigación, siendo un claro ejemplo como material de recubrimiento alternativo.

Leyendo en las informaciones disponibles en el sitio web Arquiteutu Tecnicu Na Rede, en un artículo de Fresno⁴¹ (2016), podemos referenciar que:

La palabra GREB es el acrónimo de *Group de Recherces Écologiques de La Baie* (Grupo de Investigaciones Ecológicas de la Bahía), colectivo cuyo fin es la investigación de los problemas medioambientales, económicos y sociales sean locales o globales. Dentro de su ámbito de actuación, fueron Patrick Déry y Martin elSimard los creadores, en 1995, de lo que se viene conociendo como la técnica GREB y sobre la que la asociación APPROCHE-Paille está experimentando y desarrollando desde entonces. (párr. 1).

Indagando en las informaciones disponibles en el sitio web Bioconstrucción-casa de paja-construcción sana y sostenible, en un artículo de López⁴² (2010), podemos citar que:

En GREB se conjugan 3 materiales básicos; la madera, la paja y la cal. Listones de madera de una sección de 100×40 mm forman una estructura, a modo de “jaula” que encierra las balas de paja colocadas “de canto”, las cuales son recubiertas, usando encofrados, por un mortero ligero hecho de 4 volúmenes de serrín, 3 volúmenes de arena, 1 volumen de cal y 1 volumen de cemento.

El “secreto” del GREB radica en que la paja se adhiere al mortero, el mortero agarra en los clavos de los postes y los postes están unidos frente a frente en cada hilera de paja. El resultado es una fusión total y estabilidad de todos los materiales.

⁴¹Fresno, M. (2016). Técnica Greb. [Construcción Ecológico + Rehabilitación Artesanal + Abellugu]. Arquiteutu Tecnicu Na Rede. [En línea]. Consultado: [05, junio, 2018]. Disponible en: <https://arquiteututecnicu.com/2016/03/29/tecnica-greb/>

⁴²López, A. (2010). La técnica Greb, una ingeniosa alternativa para la autoconstrucción con balas de paja. [Blog sobre Bioconstrucción y cooperativismo – construcción con paja y revocos de arcilla]. Bioconstrucción – Casas de paja – Construcción sana y sostenible. [En línea]. Consultado: [05, junio, 2018]. Disponible en: <http://casadepaja.es/la-tecnica-greb-una-ingeniosa-alternativa-para-la-autoconstruccion-con-balas-de-paja/>

Como acabado puede usarse revoco de cal y arena, machihembrado de madera, etc. (párr. 3).



Gráfico No. 9. Vivienda unifamiliar en Cantabria, Reino de España.

Fuente: [En línea]. Consultado: [05, junio, 2018]. Disponible en:

<https://arquitectutecnica.com/2016/03/29/tecnica-greb/>

2.3.2. Repertorio Nacional.

2.3.2.1. Mortero utilizado en el Sistema constructivo walltech.

El sistema constructivo walltech consiste en paneles de acero formados por cerchas horizontales y verticales, sobre el cual se coloca una malla metálica, posteriormente se reviste con mortero de cemento, cal y arena. Este sistema de construcción se constituye en una referencia para el presente análisis, cuya relevancia radica en el revestimiento a utilizarse, siendo este un mortero de cemento con adición de cal, lo cual da pautas para utilización de nuevos materiales que puedan ser utilizados como aditamento en los morteros de cemento.

Indagando en las informaciones disponibles en el Repositorio Digital de la Universidad de Especialidades Espíritu Santo; en la tesis de Cedeño⁴³ (2015), podemos conocer que:

La necesidad de cubrir la alta demanda de vivienda a bajo costo garantizándola calidad, durabilidad y tiempos extraordinariamente cortos de entrega, representó para ALLTECH la oportunidad de revolucionar la industria con un sistema alternativo de edificación que combina la eficacia probada de materiales constructivos con procesos técnicos innovadores y la flexibilidad de resolver prácticamente cualquier tipo de vivienda. El origen de este sistema es basado en el ferrocemento, buscando una solución de muros a base de paneles de acero de gran resistencia.

Consiste en paneles de acero armado a base de cerchas verticales de 4mm y esfuerzos horizontal de 2.75mm, que forman una retícula, sobre la cual se coloca una malla de metal desplegado cal. 26 en ambas caras que recibirán el mortero: cemento-cal-arena, con una proporción 1:1/2:3.

Mortero: cemento-cal-arena, con una proporción 1:1/2:3 es lanzado sobre ambas caras de panel. El recubrimiento que se les da a los paneles es de 2.5cm de espesor por cada lado de las caras, 1cm se introduce dentro de la mala, conformando de esta manera un vacío en el centro que sirve como aislante térmico y acústico. (pp. 20, 21 y 52).

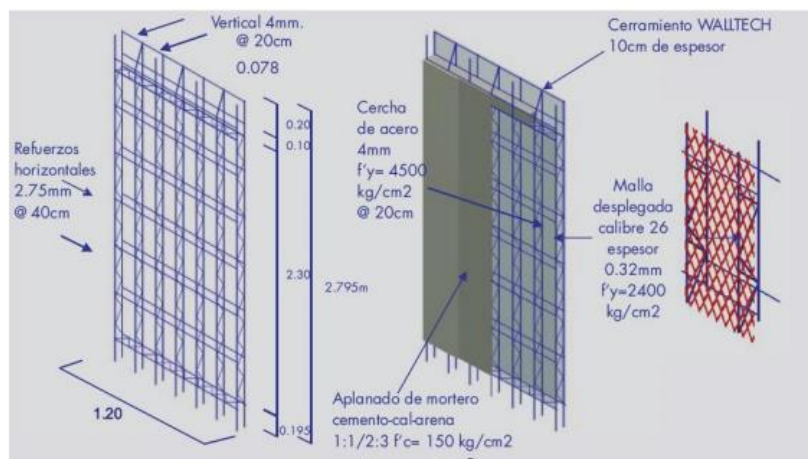


Gráfico No. 10. Estructura de panel Walltech.

Fuente: [En línea]. Consultado: [08, mayo, 2018]. Disponible en: <http://repositorio.uees.edu.ec/bitstream/123456789/419/1/Tesis.pdf>

2.3.2.2. Viviendas modelo Orquídeas de la Urbanización Ecocity.

La urbanización Ecocity se encuentra ubicada al norte de la ciudad Santiago de Guayaquil, perteneciente a la provincia de Guayas, República del Ecuador. Dentro de esta urbanización se

⁴³Cedeño, G. (2015). Análisis comparativo de sistemas constructivos aplicados en viviendas de la ciudad de Guayaquil. [En línea]. Consultado: [08, mayo, 2018]. Disponible en: <http://repositorio.uees.edu.ec/bitstream/123456789/419/1/Tesis.pdf>

llevó a cabo la construcción de viviendas de interés social por medio de sistema constructivo walltech, con la finalidad de mejorar la productividad en el ámbito constructivo, ejecutando las obras en menor tiempo que por medio del sistema constructivo tradicional.

Revisando en las informaciones disponibles en el Repositorio Institucional de la Universidad de Guayaquil, en la tesis de Amendaño⁴⁴ (2016), podemos saber que:

El proyecto se encuentra localizado, en el sector de flor de Bastión al norte de la ciudad de Guayaquil en la provincia del Guayas km 14.5 vía a Daule por la entrada de la cervecería Ambev-Brahma.

De acuerdo a lo establecido por la Unidad Curricular de Titulación la ubicación por Región forma parte de la zona 5 cobertura particular de la provincia y cantón del Guayas. (p. 2).

Por medio del sistema Walltech se decide cambiar y mejorar la productividad de la industria de urbanizaciones y desarrollo de viviendas de interés social. Este sistema es innovador y a su vez muy rápido en ejecución permitiendo que el proveedor de las edificaciones se sienta cómodo y satisfecho. (p. 4).



Gráfico No. 11. Vista frontal de la vivienda Orquídea, Guayaquil.

Fuente: [En línea]. Consultado: [08, mayo, 2018]. Disponible en:
<http://ecocity.com.ec/casas-orquidea-4d.html>

⁴⁴Amendaño, G. (2016). Proceso Constructivo de 36 Casas Modelo Orquídeas de 4 Dormitorios con El Sistema De Panelización Walltech en la Urbanización Ecocity en la Ciudad De Guayaquil. [En línea]. Consultado: [08, mayo, 2018]. Disponible en:

<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/15261/1/AMENDA%20GINGER%20TRABAJO%20TITULACION%20GENERALES%20INGENIERIA%20DICIEMBRE%202016.pdf>

2.3.2.3. Vivienda de García Moreno, Distrito Metropolitano de Quito, Provincia de Pichincha, República del Ecuador.

La vivienda de Gabriel García Moreno pertenece al centro histórico del Distrito Metropolitano de Quito, ubicada en la calle Rocafuerte y la calle Guayaquil, teniendo un posicionamiento privilegiado y gran influencia turística. En esta obra arquitectónica se utilizó como mortero para enlucido la cal y arena, siendo esta argamasa un ejemplo para orientar la presente investigación, pues este recubrimiento deja de lado la utilización del cemento y retomando la utilidad de la cal como conglomerante empleado desde la antigüedad.

Leyendo en las informaciones disponibles en el Repositorio Digital de la Universidad de las Américas, en la tesis de Álava⁴⁵ (2011), podemos referenciar que:

La Casa de Gabriel García Moreno es un conjunto de un claustro con patio central construido con materiales y sistemas constructivos que corresponden a la época de su construcción y rehabilitación: el adobe de tierra, el ladrillo, la piedra, el hueso, la teja de barro, maderas de eucalipto, caoba, cedro y laurel; sistemas como: cimientos en piedra, morteros para enlucidos de cal-arena y para cimientos de cal-arena-cangagua (toba volcánica). (p. 81).



Gráfico No. 12. Vista exterior de la vivienda de García Moreno, Quito, República del Ecuador.
Fuente: Fotografía tomada por ayudante de los autores de este análisis de caso. [31, Mayo, 2018].

⁴⁵Alava, M. (2011). Readequación de la casa de García Moreno. [En línea]. Consultado: [05, junio, 2018]. Disponible en: <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/624/1/UDLA-EC-TARI-2011-17.pdf>



Gráfico No. 13. Escalera acceso secundario de la calle Guayaquil, de la vivienda de García Moreno, San Francisco de Quito, República del Ecuador.

Fuente: [En línea]. Consultado: [08, mayo, 2018]. Disponible en:
<http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/624/1/UDLA-EC-TARI-2011-17.pdf>

2.3.3. Repertorio Local.

2.3.3.1. Vivienda Wilfrido Loor, Cantón Portoviejo, Provincia de Manabí, República del Ecuador.

Se ha considerado a la vivienda Wilfrido Loor como una referencia relevante para el presente análisis, debido a la utilización de la quincha mejorada, la cual consiste en la adición del cemento portland a la quincha dando como resultado el incremento de la resistencia y durabilidad. Esto pudo ser constatado con el terremoto ocurrido el 16 de abril del 2016, en donde se puso a prueba la resistencia del material. Esta adición de cemento en el material de recubrimiento se constituye en una pauta para esta investigación, ya que corrobora que es factible mejorar los materiales de recubrimiento.

Consultando en las informaciones disponibles en el Repositorio de la Universidad San Gregorio de Portoviejo, en la tesis de García y Zambrano⁴⁶ (2018) podemos citar que:

Este estudio se sirve del análisis que han realizado en la Casa Wilfrido Loor, en donde con antelación ya se ha realizado esta práctica del empleo de la quincha mejorada.

Dándonos respuesta a través del tiempo que ha tenido su utilización como se evidencia en la Casa Wilfrido Loor en donde el arquitecto David Cobeña Loor realizó una de las primeras intervenciones con la quincha mejorada en la Ciudad de Portoviejo, en una de las viviendas más antigua de la ciudad.

Después de este fenómeno natural dado el 16 de abril del año 2016, el cual afectó a gran parte de la provincia de Manabí sobre todo a la Capital Portoviejo, Manta, así como Pedernales, se pudo evidenciar que, en la Casa Wilfrido Loor, además de haber sido restaurada con una estructura suficiente para soportar los movimientos telúricos y con técnicas sismo resistente, también se pudo comprobar que la quincha mejorada que se aplicó no sufrió ningún daño. (pp. 65 y 66).



Gráfico No. 14. Vivienda Wilfrido Loor, Portoviejo, Provincia de Manabí, República del Ecuador.

Fuente: Fotografía tomada por uno de los autores de este análisis de caso. [20, julio, 2018].

⁴⁶García, L., y Zambrano, L. (2018). La quincha en la vivienda vernácula del sitio Los Palmares Cantón 24 de mayo. Provincia de Manabí; República del Ecuador. [En línea]. Consultado: [05, junio, 2018]. Disponible en: <http://repositorio.sangregorio.edu.ec/bitstream/123456789/511/1/ARQ-C2018-07.pdf>

2.3.3.2 Vivienda Wasimita, Parroquia Crucita, Cantón Portoviejo, Provincia de Manabí, República del Ecuador.

La vivienda Muñoz, ubicada en la parroquia Crucita del Cantón Portoviejo es una edificación construida con materiales alternativos como madera y caña guadua, además posee una técnica de revestimiento elaborado a base de cemento, arena y cascarilla de arroz. Esta obra arquitectónica es de gran importancia para la presente investigación, al ser una vivienda de nuestro medio, la cual a más de estar construida con materiales alternativos cuenta con su propio huerto orgánico, sistema de transformación de desechos en abono, arborización y vegetación. Convirtiéndose así en un claro ejemplo de construcción sustentable.



Gráfico No. 15. Wasimita, Parroquia Crucita, Cantón Portoviejo, Provincia de Manabí, República del Ecuador.

Fuente: Fotografía tomada por ayudante de los autores de este análisis de caso. [20, julio, 2018].

2.4. Marco Legal.

Leyendo la Constitución de la República del Ecuador⁴⁷ (2008), en lo que respecta a vivienda podemos conocer que:

Art. 30.- Las personas tienen derecho a un hábitat seguro y saludable y a una vivienda adecuada y digna, con independencia de su situación social y económica.

Art. 31.- Las personas tienen derecho al disfrute pleno de la ciudad y de sus espacios públicos, bajo los principios de sustentabilidad, justicia social, respeto a las diferentes culturas urbanas y equilibrio entre lo urbano y lo rural. El ejercicio del derecho a la ciudad se basa en la gestión democrática de ésta, en la función social y ambiental de la propiedad y de la ciudad, y en el ejercicio pleno de la ciudadanía. (p. 28).

Consultando nuevamente la Constitución de la República del Ecuador⁴⁸ (2008) en su sección cuarta, podemos referenciar que:

Art. 375.- El Estado, en todos sus niveles de gobierno, garantizará el derecho al hábitat y a la vivienda digna, para lo cual:

1. Generará la información necesaria para el diseño de estrategias y programas que comprendan las relaciones entre vivienda, servicios, espacio y transporte públicos, equipamiento y gestión del suelo urbano.
2. Mantendrá un catastro nacional integrado georreferenciado, de hábitat y vivienda.
3. universal a la vivienda, a partir de los principios de universalidad, equidad e interculturalidad, con enfoque en la gestión de riesgos.
4. Mejorará la vivienda precaria, dotará de albergues, espacios públicos y áreas verdes, y promoverá el alquiler en régimen especial.
5. Desarrollará planes y programas de financiamiento para vivienda de interés social, a través de la banca pública y de las instituciones de finanzas populares, con énfasis para las personas de escasos recursos económicos y las mujeres jefas de hogar.
6. Garantizará la dotación ininterrumpida de los servicios públicos de agua potable y electricidad a las escuelas y hospitales públicos.
7. Asegurará que toda persona tenga derecho a suscribir contratos de arrendamiento a un precio justo y sin abusos.
8. Garantizará y protegerá el acceso público a las playas de mar y riberas de ríos, lagos y lagunas, y la existencia de vías perpendiculares de acceso. El Estado ejercerá la rectoría para la planificación, regulación, control, financiamiento y elaboración de políticas de hábitat y vivienda. (p. 169).

⁴⁷Asamblea Nacional Constituyente. Constitución Política de la República del Ecuador. (2008). República del Ecuador: Corporación de Estudios y Publicaciones.

⁴⁸Idem.

Revisando en las informaciones disponibles del Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI), en la Ley de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión del Suelo, de la República del Ecuador⁴⁹ (2016), en su Capítulo IV, podemos saber que:

Artículo 85.- La vivienda de interés social. La vivienda de interés social es la vivienda adecuada y digna destinada a los grupos de atención prioritaria y a la población en situación de pobreza o vulnerabilidad, en especial la que pertenece a los pueblos indígenas, afroecuatorianos y montubios. La definición de la población beneficiaria de vivienda de interés social así como los parámetros y procedimientos que regulen su acceso, financiamiento y construcción serán determinados en base a lo establecido por el órgano rector nacional en materia de hábitat y vivienda en coordinación con el ente rector de inclusión económica y social.

Los programas de vivienda de interés social se implementarán en suelo urbano dotado de infraestructura y servicios necesarios para servir a la edificación, primordialmente os sistemas públicos de soporte necesarios, con acceso a transporte público, y promoverán la integración socio-espacial de la población mediante su localización preferente en áreas consolidadas de las ciudades. (p. 43).

Investigando en las informaciones disponibles de la Secretaría Nacional del Planificación y Desarrollo de la República del Ecuador (SEMPLADES), en el Plan Nacional del Buen Vivir⁵⁰ (2013), Objetivo 3: Mejorar la calidad de vida de la población, en su sección 3.9: Garantizar el acceso a una vivienda adecuada, segura y digna, podemos referenciar que:

- a. Promover el desarrollo de programas habitacionales integrales accesibles a personas con discapacidad y adecuados a las necesidades de los hogares y las condiciones climatológicas, ambientales y culturales, considerando la capacidad de acogida de los territorios.
- b. Incentivar una oferta de vivienda social que cumpla con estándares de construcción y garantice la habitabilidad, la accesibilidad, la permanencia, la seguridad integral y el acceso a servicios básicos de los beneficiarios: transporte público, educación, salud, etc.
- c. Generar instrumentos normativos y sus correspondientes mecanismos de aplicación, para regular y controlar el alquiler de vivienda y permitir un acceso justo.

⁴⁹Asamblea Nacional (2016). Ley de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión del Suelo. República del Ecuador. [En línea]. Consultado: [06, mayo, 2018]. Disponible en: <http://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/09/Proyecto-de-ley-Ordenamiento-territorial-y-uso-gestion-del-suelo.pdf>

⁵⁰Secretaría Nacional del Planificación y Desarrollo de la República del Ecuador (SEMPLADES), Plan Nacional del Buen Vivir (2013). República del Ecuador. [En línea]. Consultado: [01, mayo, 2018]. Disponible en: <http://documentos.senplades.gob.ec/Plan%20Nacional%20Buen%20Vivir%202013-2017.pdf>

- d. Promover la construcción de viviendas y equipamientos sustentables que optimicen el uso de recursos naturales y utilicen la generación de energía a través de sistemas alternativos.
- e. Definir, normar, regular y controlar el cumplimiento de estándares de calidad para la construcción de viviendas y sus entornos, que garanticen la habitabilidad, la accesibilidad, la seguridad integral y el acceso a servicios básicos de los habitantes, como mecanismo para reducir el déficit cuantitativo y cualitativo de vivienda.
- f. Generar estrategias de mejoramiento de viviendas deterioradas y en condiciones inadecuadas, riesgosas o de hacinamiento.
- g. Promover la organización y responsabilidad familiar y comunitaria, para garantizar su participación en la obtención de vivienda nueva o mejorada y en el mantenimiento oportuno y adecuado de las viviendas y sus entornos que evite el deterioro y los consecuentes riesgos.
- h. Generar programas que faciliten los procesos de legalización de la tenencia y propiedad del suelo y las viviendas, con principios de protección y seguridad.
- i. Promover el acceso equitativo de la población a suelo para vivienda, normando, regulando y controlando el mercado de suelo para evitar la especulación. (p. 149).

Leyendo en las informaciones disponibles en el sitio web del Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, en la Guía para viviendas de hasta 2 pisos con luces de hasta 5 metros⁵¹ (2016) de conformidad con la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) 2015, podemos saber que:

Los materiales destinados a la construcción pueden ser productos procesados o fabricados, que son destinados a ser incorporados de manera permanente en cualquier obra de ingeniería civil. De manera general, estos materiales deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- Resistencias mecánicas de acuerdo al uso que reciban.
- Estabilidad química (resistencia ante agentes agresivos)
- Estabilidad física (dimensiones)
- Seguridad para su manejo y utilización
- Protección de la higiene y salud de obreros y usuarios
- No alterar el medio ambiente.
- Aislamiento térmico y acústico
- Estabilidad y protección en caso de incendios
- Comodidad de uso, estética y económica. (pp. 11, 20 y 21).

⁵¹Secretaría de Gestión de Riesgos, Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Oficina de Ayuda Humanitaria y Protección Civil de la Comisión Europea (2016). Guía para viviendas de hasta 2 pisos con luces de hasta 5 metros. [En línea]. Consultado: [06, mayo, 2018]. Disponible en: <http://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/10/GUIA-1-VIVIENDAS-DE-HASTA-2-PISOS.pdf>

2.5. Marco Ético.

Investigando en las informaciones disponibles en el sitio web del Colegio de Arquitectos del Ecuador⁵² (CAE), en el código de ética profesional de los arquitectos del Ecuador (2013), en el artículo 2, podemos referenciar que: “ART. 2.- HONOR PROFESIONAL. - El profesional de la Arquitectura propenderá con su conducta, a mantener el honor y la dignidad de su profesión.” (p. 1).

Continuando con el estudio del código de ética profesional de los arquitectos del Ecuador⁵³ (2013), podemos citar que:

ART. 5.- RESPONSABILIDAD SOCIAL PROFESIONAL. - En razón de la función social de la Arquitectura, que debe satisfacer los requerimientos del hábitat y dar testimonio de la cultura a través del tiempo, el profesional de la Arquitectura está obligado y es responsable de la observancia y respeto de las normas de convivencia social, de propugnar el análisis crítico de su medio y de propender al desarrollo socio-espacial. (p. 2).

Leyendo nuevamente las informaciones disponibles en el código de ética profesional de los arquitectos del Ecuador⁵⁴ (2013), en su capítulo IV, podemos transcribir que:

ART. 11.- EL ARQUITECTO Y LA SOCIEDAD.

a) El Arquitecto, como miembro responsable y dinámico de la sociedad, pondrá sus conocimientos al servicio del progreso y bienestar social en general y, particularmente, de la comunidad en la que actúa. En el ejercicio de su profesión antepondrá siempre el bien común a los intereses particulares y prestará sus servicios de ayuda y orientación como colaboración a la comunidad.

b) El Arquitecto ejercerá su profesión con sujeción a las Leyes y Ordenanzas que regulan el Ejercicio de la Arquitectura. Cuando exista vacío legal, se atenderá a las normas de Ética y a los principios de un sano criterio profesional.

ART. 12.- SERIEDAD PROFESIONAL. - En la prestación de sus servicios, el profesional de la Arquitectura empleará sus conocimientos y experiencia a cabalidad y sin

⁵²Colegio Nacional de Arquitectos de la República del Ecuador (2013). Código de Ética Profesional de los Arquitectos del Ecuador. [En línea]. Consultado: [02, mayo, 2018]. Disponible en: <http://www.cae.org.ec/wp-content/uploads/2017/07/C%C3%93DIGO-DE-%C3%89TICA-PROFESIONAL.pdf>

⁵³Ídem.

⁵⁴Ídem.

restricciones; considerará igualmente importante a todos sus compromisos y procurará siempre la satisfacción de los intereses lícitos de su cliente y la más eficiente realización de los trabajos contratados.

ART. 13.- RESPONSABILIDAD PROFESIONAL. - La responsabilidad del profesional de la Arquitectura en el cumplimiento de sus obligaciones, cubre no sólo las contractualmente establecidas, sino las que moral y legalmente son inherentes al eficiente ejercicio profesional; consecuentemente, sin perjuicio de las acciones civiles o penales que puedan ejercitarse, responderá ante el Tribunal de Honor por sus incumplimientos. (pp. 4 y 5).

Continuando con la investigación del código de ética profesional de los arquitectos del Ecuador⁵⁵ (2013), en su capítulo VI, podemos citar que:

ART. 15.- PRINCIPIO DE LEALTAD. - Fundamentándose el Ejercicio Profesional en los principios éticos de honradez y lealtad, corresponde al arquitecto guardar respeto hacia la persona y obra de propiedad del colega, empleando en su actividad, medios que no interfieran el derecho a una legítima competencia. (p. 5).

2.6. Metodología.

2.6.1. Plan de Investigación.

2.6.1.1. Proceso de la Investigación.

Con la finalidad de desarrollar y cumplir con los objetivos previamente establecidos, los mismos que fueron propuestos para el presente análisis de caso, se ha considerado llevar a cabo un proceso metodológico de carácter deductivo. Para lo cual se ha considerado la implementación de encuestas, entrevistas; permitiendo así la tabulación de datos para obtener resultados cualitativos y cuantitativos direccionados a la investigación desarrollada respecto al análisis de la ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBC) como aditamento al mortero para determinar su utilidad y aplicabilidad en elementos arquitectónicos en el cantón Portoviejo, provincia de Manabí, República del Ecuador.

⁵⁵Colegio Nacional de Arquitectos de la República del Ecuador (2013). Código de Ética Profesional de los Arquitectos del Ecuador. [En línea]. Consultado: [02, mayo, 2018]. Disponible en: <http://www.cae.org.ec/wp-content/uploads/2017/07/C%C3%93DIGO-DE-%C3%89TICA-PROFESIONAL.pdf>

2.6.1.2. Investigación Bibliográfica.

Recolección de información bibliográfica para el presente análisis de caso, de antecedentes, justificación, problematización, marco legal, marco referencial, marco ético, marco histórico y marco conceptual referente a la utilización de la ceniza de bagazo de caña de azúcar, utilizando como información canónica los siguientes textos:

- Del texto obtenido de Giraldo Escandón y colaboradores en el artículo “Ceniza de bagazo de caña como aditivo al cemento Portland para la fabricación de elementos de construcción” se extrae información relevante respecto al uso que se puede dar a la ceniza de bagazo de caña de azúcar.
- Del texto adquirido de Diana V. Vidal V y colaboradores en el artículo “ESTUDIO COMPARATIVO DE CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA COMO ADICIÓN PUZOLÁNICA” se recalca información importante relacionada al análisis de la ceniza de bagazo de caña de azúcar.
- De la obra de José Ignacio Álvarez Galindo y colaboradores en el artículo “HISTORIA DE LOS MORTEROS” se destaca información relacionada con los morteros y su historia.
- De la obra obtenida de Aldana, J. y Serpell, A. en el artículo “Temas y tendencias sobre residuos de construcción y demolición: un metaanálisis” se destaca información vinculada con promover la reutilización y reciclaje en la industria de la construcción.
- Del texto de Uriel Hernández Jaén en su tesis “COMPORTAMIENTO MECÁNICO Y FÍSICO DEL MORTERO A BASE DE CBCA COMO ÁRIDO EN APLANADO DE MUROS” se recalca información importante relacionada a las características de la ceniza de bagazo de caña de azúcar.
- Del texto obtenido de Lesday Martínez Fernández y colaboradores en el artículo “Aglomerante puzolánico formado por cal y ceniza de paja de caña de azúcar: la influencia granulométrica de sus componentes en la actividad aglomerante” se recalca información relevante respecto a la utilidad que se puede dar a la ceniza de bagazo de caña de azúcar.
- De la obra de Lluís Ángel Domínguez y Francisco Javier Soria en el libro “Pautas de diseño para una arquitectura sostenible” se destaca información vinculada con la construcción sensible y respetuosa con el ambiente.

2.6.2. Investigación de campo.

-Visita a los lugares descritos en el marco referencial como repertorio nacional y local.

-Visita a los diferentes ingenios para la obtención de la ceniza de bagazo de caña de azúcar.

-Reconocimiento cartográfico del sector delimitado para el presente estudio.

-Encuestas.

-Entrevistas.

2.6.3. Análisis de datos estadísticos.

Población actual de habitantes en el área urbana de la ciudad de Portoviejo.

2.6.4. Diseño de la muestra.

2.6.4.1. Universo de la investigación.

Para el desarrollo del presente análisis de caso se ha considerado como universo de investigación a la ciudad de Portoviejo, se ha tomado en cuenta el grupo poblacional comprendido desde los 18 años de edad en adelante; cuyo fundamento radica en el Censo de Población y Vivienda realizado por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) en el año 2010. El universo físico se lo pudo precisar mediante el área constituida en el plano general de la ciudad de Portoviejo, en la información correspondiente al Gobierno Autónomo Descentralizado de la ciudad de Portoviejo, Provincia de Manabí, República del Ecuador.

2.6.4.2. Tamaño de la muestra y grupos de involucrados.

La investigación se la realizó en la ciudad de Portoviejo por el sitio donde se ubica el objeto de estudio, se aplicaron un total de 138 encuestas destinadas a los habitantes de la ciudad. Tomando en consideración que tenemos conocimiento del total de la población, se utilizará la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Z^2 * N * p * q}{\left[e^2 * (N - 1) \right] + Z^2 * p * q}$$

Dónde:

n=	Tamaño de la muestra	?
Z=	Nivel de confianza 95%	1.96
p=	Variabilidad positiva (%)	% con que se aceptó la hipótesis
q=	Variabilidad negativa (%)	% con que se rechazó la hipótesis
N=	Tamaño de la población	Dato conocido
e=	Precisión o error	% que puede tomar valores de 1% a 9%

Gráfico No. 16. Cuadro del proceso para determinar la muestra de la investigación. República del Ecuador.
Fuente: Imagen realizada por los autores de este Análisis de Caso. Elaborada mediante hoja de cálculo de Microsoft Excel 2013. [31, mayo, 2018].

$$n = \frac{1.96^2 * 280000 * 0.90 * 0.10}{\left[0.05^2 * (280000 - 1) \right] + 1.96^2 * 0.90 * 0.10}$$

n= 138 encuestas.

Las 138 encuestas corresponden a la población del casco urbano de la ciudad de Portoviejo, Provincia de Manabí, República del Ecuador.

2.6.5. Formato de encuestas.

2.6.5.1. Formato de encuestas realizadas en el Cantón Portoviejo, Provincia de Manabí, República del Ecuador.



UNIVERSIDAD SAN GREGORIO DE PORTOVIEJO											
Carrera de Arquitectura											
			Materiales Alternativos - Análisis de Caso: Ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBC) como aditamento al mortero para enlucidos.								
Responsables de la encuesta:				Hosa Elvira Navarrete Mantuano - Rafael Fabricio Rubio Hidalgo							
A: Datos del Encuestado:											
a: Sexo			b: Edad			c: Nivel de Instrucción			d: Ocupación		
Masculino			18-30			Ninguna			Estudia		
			31-50			Primaria			Trabaja		
Femenino			51-65			Secundaria			Ama de casa		
			65+			Superior			Ninguna		
Estrato						Núcleo Familiar					
Alto		Medio		Bajo		1-2		3-5		Más de 5	
B: Datos de la Investigación.											
Datos de la Vivienda.											
1: Procedencia			2: Tenencia			3: Estado			4: Tipología		
Rural			Propia			Muy bueno			Casa/Villa		
			Alquilada			Bueno			Departamento		
Urbana			Prestada			Regular			Chozas		
			Otro			Malo			Otros		
5: ¿De qué materiales se encuentra edificada su vivienda.?											
Horm. Armado			Madera			Mixtos			M. Alternativos		
6: ¿Conoce acerca de las viviendas sustentables.?											
Mucho				Poco				Nada			
7: ¿Qué elementos considera necesarios para que una vivienda sea sustentable.?											
M. Reciclados			M. Aislantes			M. Prefabricado			M. Orgánico		
8: ¿Le gustaría a usted que su vivienda utilice materiales alternativos?											
Muy de Acuerdo			De acuerdo			En desacuerdo					
Si						No					
10: ¿Si fuera factible, la utilización de la ceniza de bagazo de caña de azúcar, como aditamento al											
Muy de Acuerdo			De acuerdo			En desacuerdo					
C: Observaciones.											

Gráfico No. 17. Formato de la encuesta realizada a los habitantes. Cantón Portoviejo, Provincia de Manabí, República del Ecuador.

Fuente: Imagen realizada por los autores de este Análisis de Caso. Elaborada mediante hoja de cálculo de Microsoft Excel 2013. [31, mayo, 2018].

2.6.6. Formato de Entrevista.

2.6.6.1. Formato de Entrevista realizada a los técnicos.

1. ¿Qué opina usted sobre la Arquitectura Sustentable?

.....
.....

2. ¿Está usted de acuerdo de implementar nuevas técnicas de construcción utilizando materiales alternativos para la sustentabilidad de la vivienda?

.....
.....

3. ¿Qué elementos considera necesarios para que una vivienda sea sustentable?

.....
.....

4. ¿Ha tenido usted una referencia sobre el uso de la Ceniza de Bagazo de caña de azúcar?

.....
.....

5. ¿Conoce usted de alguna institución, empresa privada o pública o la misma administración municipal que esté preocupada por desarrollar nuevas estrategias de materiales de sustentabilidad o al menos de aditamentos que tiendan a mejorar los procesos constructivos y el hábitat de los ciudadanos?

.....
.....

2.7. Diagnóstico.

2.7.1. Análisis e interpretación de resultados y diagnóstico.

2.7.1.1. Diagnóstico de la producción de caña de azúcar en la República del Ecuador.

La caña de azúcar es uno de los primordiales cultivos agro-industriales del país, convirtiéndose en un pilar de desarrollo económico el cual genera fuentes de empleo directo. De esta materia prima se deriva la producción de azúcar, alcohol etílico, panela y actualmente la elaboración de bioetanol.

En la República del Ecuador se cultivan alrededor de 104.661 Hectáreas de caña de azúcar por año, dicha producción varía dependiendo de la incidencia climática, puesto que la escasez de lluvia disminuye la producción de los cultivos. La mayor producción de caña de azúcar dentro del país se encuentra en la provincia de Guayas, según la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (Espac), elaborada por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) señala que el 82.95 % pertenece a dicha provincia. A pesar que la provincia de Manabí no está entre las mayores productoras de caña de azúcar del país, su siembra se ha convertido en un elemento destacable dentro de la economía local, en donde los cantones como Junín, Jipijapa, Tosagua, Portoviejo (Calderón), Santa Ana y Bolívar son los mayores productores dentro de la provincia.



Gráfico No. 18. Cañicultor en los sembríos de la comunidad Mocerita, Cantón Junín, Provincia de Manabí. Fuente: El Diario Manabita. [En línea]. Consultado: [24, junio, 2018]. Disponible en: <http://www.eldiario.ec/noticias-manabi-ecuador/387535-lluvias-afectan-la-produccion-de-la-cana-de-azucar/>



Gráfico No. 19. Proceso que pasa la materia prima para sus derivaciones como alcohol etílico, azúcar y bioetanol. Fuente: [En línea]. Consultado: [24, junio, 2018]. Disponible en: <https://edu.glogster.com/glog/circuito-productivo-de-la-caa-de-azucar/25n2aeg9buw>

Investigando en las informaciones disponibles del Periódico Oficial de la Universidad Agraria del Ecuador, El Misionero⁵⁶ (2013), podemos citar que:

La Caña de Azúcar es un cultivo Agro Industrial de gran importancia en el Ecuador por la capacidad de generación de empleo directo. El 20 % se destina a la fabricación de Panela y el 80 % del área total sembrada en el Ecuador está destinada para la producción de Azúcar y alcohol etílico (aguardiente) a partir del jugo de caña y la melaza respectivamente. La producción total Nacional de Sacos de Azúcar superan los 10 millones de sacos actualmente, de éstos apenas el 10 % son consumidos en el mercado interno, lo que permite establecer una salida muy importante del producto a mercados externos. Según datos estadísticos proporcionados por entidades dedicadas a la comercialización de ese producto, se establece que: la producción de la caña de azúcar contribuye con el 1,4% al PIB nacional y genera más de 30.000 empleos directos y 80.000 indirectos sobre todo en la época seca de su cosecha (de julio a diciembre). (p. 5).

2.7.1.2. Producción y superficie cosechada de caña de azúcar.

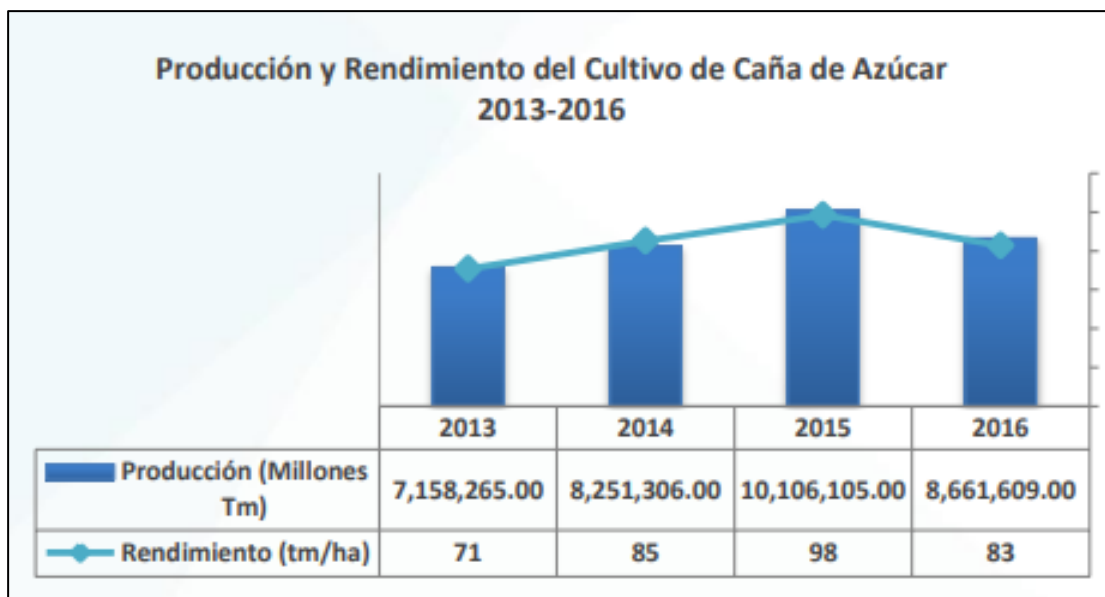


Gráfico No. 20. Producción cosechada de caña de azúcar.

Fuente: INEC – ESPAC 2013 – 2016. [En línea]. Consultado: [24, junio, 2018]. Disponible en: <https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/2018/01/Ficha-Sectorial-Azucar-y-Can%CC%83a.pdf>

⁵⁶El Misionero (2013). Caña de azúcar: Cultivo para la sostenibilidad ecuatoriana. [En línea]. Consultado: [24, junio, 2018]. Disponible en: <http://www.uagraria.edu.ec/publicaciones/462.PDF>

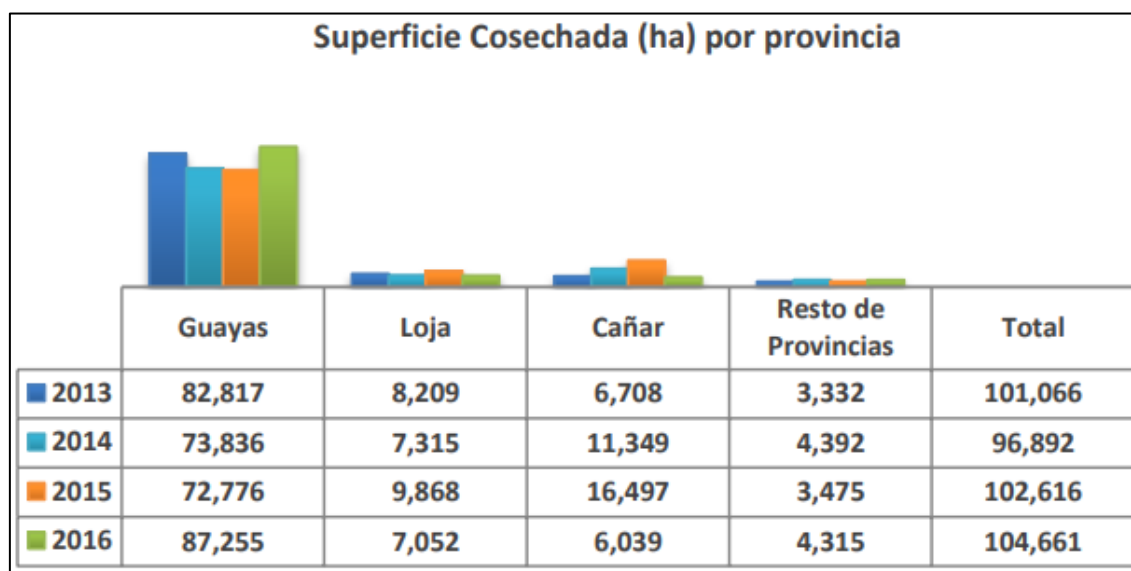


Gráfico No. 21. Superficie cosechada de caña de azúcar.

Fuente: INEC – ESPAC 2013 – 2016. [En línea]. Consultado: [24, junio, 2018]. Disponible en: <https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/2018/01/Ficha-Sectorial-Azucar-y-Can%CC%83a.pdf>

Consultando en las informaciones disponibles de Salazar y cols.⁵⁷ (2017), podemos transcribir que:

La superficie cosechada de caña de azúcar ha mantenido una tendencia creciente, con una tasa a nivel nacional de 5,68 % entre 2016 y 2017. La caña de azúcar está localizada principalmente en la Región Costa. En el 2017 la provincia de Guayas alcanzó el 82,83 % de la superficie total cosechada de este producto. En la Sierra, las provincias que tienen mayor importancia son Cañar con el 8,74 % y Loja con 5,09 % de la superficie cosechada. Así mismo, en términos de producción se encuentra que, el 82,95% del total de toneladas de caña de azúcar son producidas en Guayas, seguida por Loja con 7,52 % y Cañar con 5,12 %. (p.10).

⁵⁷Salazar, D., Cuichán, M., Ballesteros, C., Márquez J., Orbe, D. (2017). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua. [En línea]. Consultado: [24, junio, 2018]. disponible en: http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac_2017/Informe_Ejecutivo_ESPAC_2017.pdf

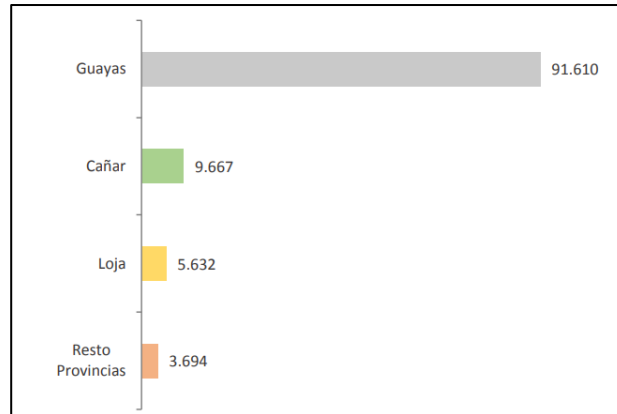


Gráfico No. 22. Superficie cosechada de caña de azúcar (ha) 2017.

Fuente: Ecuador en cifra. [En línea]. Consultado: [24, junio, 2018]. Disponible en: http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac_2017/Informe_Ejecutivo_ESPAC_2017.pdf

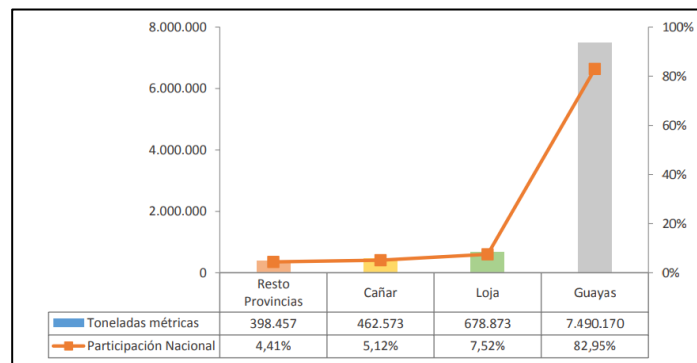


Gráfico No. 23. Producción cosechada de caña de azúcar (Tm) 2017.

Fuente: Ecuador en cifra. [En línea]. Consultado: [24, junio, 2018]. Disponible en: http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac_2017/Informe_Ejecutivo_ESPAC_2017.pdf

Revisando en las informaciones disponibles en el sitio web de un artículo publicado del diario El Telégrafo⁵⁸ (2016), podemos conocer que:

En Junín se trabaja con 104 productores, entre asociados y no asociados, que cultivan la caña en 19 comunidades de este cantón. Eso representa 700 hectáreas plantadas, en las que se registran rendimientos entre 35 y 45 toneladas por hectáreas. (párr. 5).

En la parroquia rural de Calderón el estudio abarca a 25 productores, en un total de 45 hectáreas de plantación de caña. En esta zona se registra un rendimiento mayor en comparación con Junín, entre 45 y 50 toneladas por hectárea. (párr. 6).

⁵⁸El telégrafo (2016). Prometeo realiza estudio sobre la caña de azúcar para potenciar su producción. [En línea]. Consultado: [25, junio, 2018]. Disponible en: <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/507/1/prometeo-realiza-estudio-sobre-la-cana-de-azucar-para-potenciar-su-produccion>

También se investigan 100 parcelas de cultivo de la zona de San Carlos Gramalotal, área rural de Jipijapa. En la zona se trabaja con 22 productores. Este punto es el de mayor producción, entre 75 y 90 toneladas por hectárea, explica el Prometeo. (párr. 8).

Leyendo en las informaciones disponibles del sitio web Centro de Investigación de la Caña de Azúcar del Ecuador⁵⁹ (2017), podemos saber que:

EL CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE LA CAÑA DE AZÚCAR DEL ECUADOR – CINCAE CELEBRA 20 AÑOS DE FUNDACIÓN
El Centro de Investigación de la Caña de Azúcar del Ecuador (CINCAE) fue establecido en septiembre de 1997 por la Fundación para la Investigación Azucarera del Ecuador (FIADE), organización sin fines de lucro, constituida por los tres ingenios más grandes del país: COAZUCAR (La Troncal), San Carlos y Valdez. CINCAE tiene como misión desarrollar variedades de caña de azúcar y tecnologías para el manejo del cultivo de la caña de azúcar en la cuenca baja del río Guayas. Para alcanzar este objetivo CINCAE está conformado por cinco áreas de investigación: Fitomejoramiento (Programa de Variedades), Entomología, Fitopatología, Suelos y Fertilizantes y Laboratorio Químico. CINCAE cuenta con laboratorios y equipo de última generación y una estación experimental de 70 hectáreas, ubicada en el kilómetro 49.6 de la vía Durán – El Triunfo, Provincias del Guayas-Ecuador. (párr. 1).

2.7.1.3. Balace de porcentajes de molienda de 100 toneladas de caña.

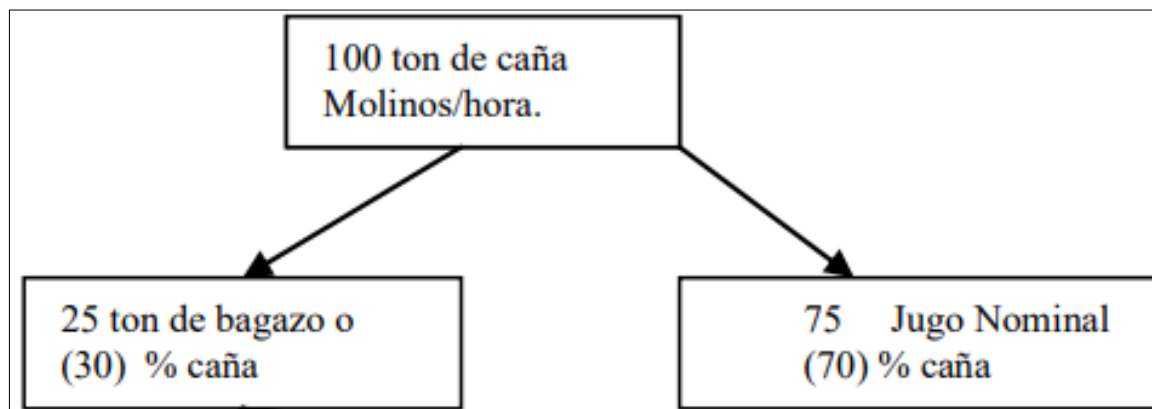


Gráfico No. 24. Proceso de molienda de la caña de azúcar.

Fuente: ingenieríaquímica.org. [En línea]. Consultado: [24, junio, 2018]. Disponible en: <http://www.ingenieriaquimica.org/system/files/Calculos+basicos+en+la+Industria+Azucarera.pdf>

⁵⁹Centro de investigación de la caña de azúcar del ecuador. (2017). Veinte Años. [En línea]. Consultado: [25, junio, 2018]. Disponible en: <http://cincae.org/veinte-anos/>

Indagando en las informaciones disponibles del sitio web Centro de Investigación de la Caña de Azúcar del Ecuador CINCAE, en un artículo de Salazar⁶⁰ (2009), podemos conocer que:

Uno de los problemas principales que presenta la industria azucarera del Ecuador es la producción en grandes cantidades de sub-productos (cachaza, bagazo, ceniza, aguas residuales, etc) que se producen en el proceso de obtención del azúcar, que dificulta el manejo y tratamiento de los mismos, y que mal manejados pueden ser un medio de contaminación para el agua y el suelo. (p. 1).

Revisando en las informaciones disponibles en el sitio web Scielo, en un artículo de Camargo y cols.⁶¹ (2014), podemos saber que:

El proceso de extracción de jugo de caña de azúcar genera una gran cantidad de bagazo (alrededor de 30% de caña de azúcar molida), biomasa que corresponde a una importante fuente de energía. Alrededor del 95% del total del bagazo de caña de azúcar producido en Brasil es quemado en calderas generadoras de vapor, que producen residuos de ceniza de bagazo, que en la mayoría de los casos no cumplen con las normas adecuadas y, por lo tanto, causan serios problemas ambientales. La ceniza del bagazo de caña de azúcar (CBC), compuesta principalmente de sílice, SiO₂ tiene el potencial para ser usada como mezcla mineral en morteros y concretos (Cordeiro et al., 2008). Las estimaciones muestran que por cada tonelada de azúcar de caña procesada, aproximadamente se producen seis kilos de CBC (SALES y LIMA, 2010). (p. 187).

Investigando en las informaciones disponibles en el sitio web del Repositorio Institucional de la Universidad de El Salvador, en la tesis de Alvarado y cols⁶² (2016), podemos citar que: “La ceniza es el último residuo que queda, producido por la cadena de la caña de azúcar y por cada tonelada de bagazo incinerado, se generan alrededor de 25 kilos de ceniza.” (p. 6).

De acuerdo con la última encuesta de superficie y producción agropecuaria continua realizada en el 2017, la producción anual de caña de azúcar en la República del Ecuador es de

⁶⁰Salazar, M., Sánchez, M., y Aucatoma, B. (2009). Uso de cachaza descompuesta y porcentaje de sustitución de fertilización química en un lote del ingenio Valdez. [En línea]. Consultado: [25, junio, 2018]. Disponible en: <https://cincae.org/wp-content/uploads/2013/07/Informe-Valdez-CACHAZA.pdf>

⁶¹Camargo, P., Pereira, A., Akasaki, J., Fioriti, C., Payá, J., y Pinheiro, J. (2014). Rendimiento de morteros producidos con la incorporación de ceniza de bagazo de caña de azúcar. [En línea]. Consultado: [25, junio, 2018] disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732014000200005

⁶²Alvarado, J., Andrade, J., y Hernández, N. (2016). Estudio del empleo de cenizas producidas en ingenios azucareros como sustituto parcial del cemento portland en el diseño de mezclas de concreto. [En línea]. Consultado: [25, junio, 2018]. Disponible en: <http://ri.ues.edu.sv/14162/1/50108276.pdf>

9.030.073 toneladas, de las cuales aproximadamente el 70% pertenece al jugo extraído de la caña mediante el proceso de molienda, el 30% restante corresponde al bagazo de la caña de azúcar. En el país anualmente se genera un total de 2.709.021,9 de toneladas de bagazo, generando un total de 67.725.547,5 kilos, equivalentes a 67.725,55 toneladas de ceniza de bagazo de caña de azúcar.

2.7.2. Diagnóstico del área de estudio.

La ciudad de Portoviejo cuenta con un total de 280.029 habitantes de acuerdo al censo realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Censos en el año 2010, en donde 206.682 personas corresponden al área urbana y 73.347 pertenecen al área rural.

Consultando en las informaciones disponibles en el sitio web de la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, en unas de sus publicaciones del Instituto Espacial Ecuatoriano⁶³ (2012), podemos transcribir que:

En el área rural la población es de 73 347 habitantes, de los cuales 37 463 son hombres y 35 884 son mujeres; en cuanto al área urbana la población es de 206 682 habitantes, de los cuales 100 506 son hombres y 106 176 son mujeres. (p. 14).

Sexo	2010				2001			
	RURAL		URBANO		RURAL		URBANO	
	Población	%	Población	%	Población	%	Población	%
Hombre	37463	51,08	100506	48,63	33777	50,73	83246	48,44
Mujer	35884	48,92	106176	51,37	32806	49,27	88601	51,56
Total	73347	100,00	206682	100,00	66583	100,00	171847	100,00

Gráfico No. 25. Población en el área urbana y rural por sexo, Portoviejo, Provincia de Manabí.

Fuente: Elaborado por funcionarios del Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Portoviejo. [En línea]. Consultado: [25, junio, 2018]. Disponible en: http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PDOT/ZONA4/NIVEL_DEL_PDOT_CANTONAL/MANABI/PORTOVIEJO/IEE/MEMORIAS_TECNIC_AS/mt_portoviejo_socioeconomico.pdf

⁶³Instituto Espacial Ecuatoriano. (2012). Generación de geoinformación para la gestión del territorio a nivel nacional escala 1:25000. [En línea]. Consultado: [25, Junio, 2018]. Disponible en: http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PDOT/ZONA4/NIVEL_DEL_PDOT_CANTONAL/MANABI/PORTOVIEJO/IEE/MEMORIAS_TECNIC_AS/mt_portoviejo_socioeconomico.pdf

CUADRO 1.5.3		POBLACIÓN, POR GRUPOS DE EDAD 2011	
Grupos de edad	Casos	%	
Menor de 1 año	4595	2,1%	
De 1 a 4 años	21116	9,5%	
De 5 a 9 años	28562	11,3%	
De 10 a 14 años	29791	10,5%	
De 15 a 19 años	27055	9,0%	
De 20 a 24 años	24518	7,4%	
De 25 a 29 años	23121	6,8%	
De 30 a 34 años	21157	6,9%	
De 35 a 39 años	19129	6,2%	
De 40 a 44 años	16877	5,7%	
De 45 a 49 años	15222	5,1%	
De 50 a 54 años	12586	4,3%	
De 55 a 59 años	10446	3,9%	
De 60 a 64 años	7991	3,1%	
De 65 a 69 años	5854	2,5%	
De 70 a 74 años	4784	2,3%	
De 75 a 79 años	3059	1,4%	
De 80 a 84 años	2101	1,2%	
De 85 a 89 años	1285	0,5%	
De 90 a 94 años	529	0,3%	
De 95 a 99 años	207	0,1%	
De 100 años y mas	44	0,0%	
Total	280.029	100,00 %	

Gráfico No. 26. Población por grupos de edades, Cantón Portoviejo, Provincia de Manabí.

Fuente: Elaborado por funcionarios del Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Portoviejo. [En línea]. Consultado: [25, junio, 2018]. Disponible en: <http://www.portoviejo.gob.ec/docs/plan-de-desarrollo-y-ordenamiento-territorial-del-canton-portoviejo.pdf>

Leyendo nuevamente en las informaciones disponibles en el sitio web de la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, en unas de sus publicaciones del Instituto Espacial Ecuatoriano⁶⁴ (2012), podemos citar que:

La composición de la población del cantón ha sido descrita mediante el uso de la pirámide poblacional que nos permite ver con claridad las características de la población por grupos de edad, en donde se identifica el número de hombres y mujeres de cada grupo quinquenal de edad, expresado en valores absolutos con respecto a la población total. De forma general haciendo un análisis rápido de los datos del Censo INEC 2010 estructurados en la pirámide, una vez sumados determinados rangos podemos deducir lo siguiente:

⁶⁴Instituto Espacial Ecuatoriano. (2012). Memoria técnica: Generación de geoinformación para la gestión del territorio a nivel nacional escala 1:25000. [En línea]. Consultado: [25, Junio, 2018]. Disponible en: http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PDOT/ZONA4/NIVEL_DEL_PDOT_CANTONAL/MANABI/PORTOVIEJO/IEE/MEMORIAS_TECNICAS/mt_portoviejo_socioeconomico.pdf

La población comprendida entre los rangos menores a 1 año hasta los 14 años contemplaba en el año 2001 el 33 % del total poblacional, en el 2010 también representó el 30 % es decir, hubo variación de 3 puntos en el grueso poblacional relacionado a la niñez y adolescencia; éste grupo generacional presenta vital importancia ya que a él deben estar encaminadas con mayor fuerza aquellas políticas relacionadas a educación, salud y alimentación.

La población comprendida entre los 15 años hasta los 64 años representó en el 2001 el 61 % y en el 2010 el 64 % del total poblacional, es decir hubo una variación porcentual de 3 puntos, en un rango de edades que representa en su mayoría a la población económicamente activa, generadora e impulsora del aparato productivo nacional.

Finalmente la población comprendida entre los 65 años y más de 100 años representó en el 2001 el 7 % y en el 2010 el 7 % del total poblacional, es decir no hubo variación; éste grupo generacional hace referencia a la tercera edad, a quienes las políticas públicas deben favorecer con mejores programas de salud, y con la generación de espacios de esparcimiento y cuidado de los adultos mayores. En general la dinámica demográfica del cantón Portoviejo presenta una pirámide estructurada, con una población expansiva, con una natalidad que ha disminuido poco en los últimos años, y con un gran número de jóvenes y adultos que favorecen la dinámica económica y productiva del territorio. (pp. 15 y 16).

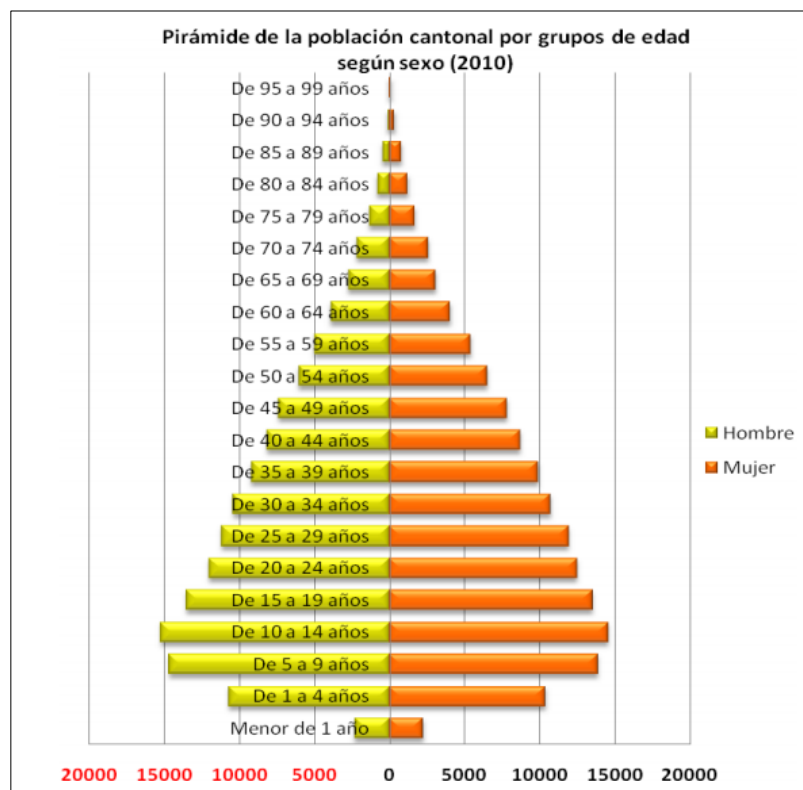


Gráfico No. 27. Población cantonal por sexo y grupos de edad, Censo 2010 – Cantón Portoviejo, Provincia de Manabí, República del Ecuador.
 Fuente: Censos INEC, 2010 – Elaborado por: CLIRSEN, 2012. [En línea]. Consultado: [25, junio, 2018]. Disponible en: http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PDOT/ZONA4/NIVEL_DEL_PDOT_CANTONAL/MANABI/PORTOVIEJO/IEE/MEMORIAS_TECNICAS/mt_portoviejo_socioeconomico.pdf

2.7.3. Análisis de resultados de las encuestas.

En el presente análisis de caso se realizaron 138 encuestas las cuales corresponden al tamaño de la muestra realizado anteriormente dentro del sitio de estudio el cual comprende al casco urbano de la ciudad de Portoviejo. Las encuestas fueron aplicadas por los autores de esta investigación, estas se llevaron a cabo desde el lunes 28 hasta el miércoles 30 de mayo del año 2018, se realizaron en horarios matutinos comprendidos entre las 9:00 am y las 11:00 am y en horarios vespertinos comprendidos desde las 3:00 pm hasta las 4:00 pm.

2.7.3.1. Resultados de la encuesta tipo aplicada a los habitantes del casco urbano del cantón Portoviejo, Provincia de Manabí, República del Ecuador.

Datos del encuestado.

a): Sexo.

En este ítem conoceremos el porcentaje de género que se encuestó en el casco urbano del cantón Portoviejo.

a:Sexo		
Descripción	Encuestados	Porcentaje
Masculino	61	44%
Femenino	77	56%
Total	138	100%

Gráfico No. 28. Porcentaje del género de la población encuestada, aplicada en el casco urbano del cantón Portoviejo, Provincia de Manabí.
Imagen realizada por los autores de este Análisis de Caso. [18, junio, 2018].

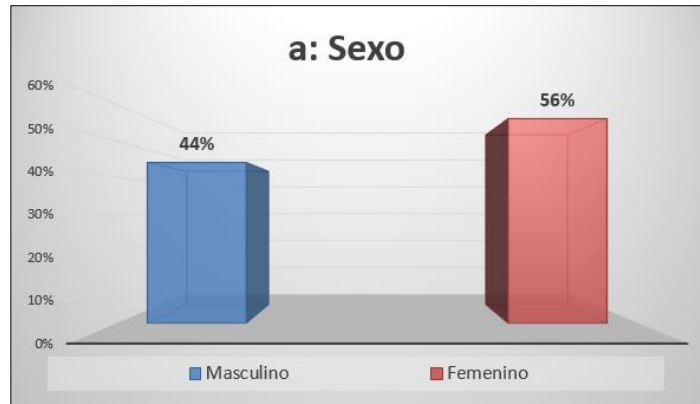


Gráfico No. 29. Porcentaje de género de la población encuestada en el Cantón Portoviejo, Provincia de Manabí, República del Ecuador.

Fuente: Elaborado por los autores de este análisis de caso. [18, junio, 2018].

Análisis cualitativo:

Se concluye que de las 138 personas encuestadas, el 56% son de sexo femenino y el 44 % de sexo masculino.

b): Edad.

En este ítem entenderemos el mayor rango de edades que existe en el casco urbano del cantón Portoviejo.

b: Edad		
Descripción	Encuestados	Porcentaje
18 - 30 años	53	38%
31 - 50 años	36	26%
51 - 65 años	30	22%
65 más años	19	14%
Total	138	100%

Gráfico No. 30. Porcentaje de respuestas por edades de la población encuestada, aplicada en el casco urbano del cantón Portoviejo, Provincia de Manabí.

Imagen realizada por los autores de este Análisis de Caso. [18, junio, 2018].

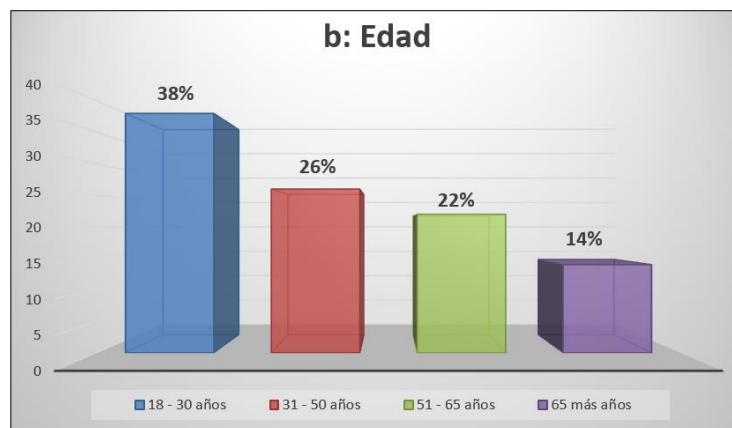


Gráfico No. 31. Porcentaje de respuestas del rango de edades de la población encuestada, aplicada en el casco urbano del cantón Portoviejo, Provincia de Manabí.

Fuente: Imagen realizada por los autores de este Análisis de Caso. [18, junio, 2018].

Análisis cualitativo:

Según la encuesta podemos evidenciar que las edades con mayor influencia en el lugar son personas de 18 – 30 años de edad y las de menos influencia son los mayores de 65 años de edad.

c): Nivel de Instrucción.

Con esta pregunta conoceremos el nivel de instrucción que prevalece en el casco urbano del Cantón Portoviejo.

c: Nivel de Instrucción		
Descripción	Encuestados	Porcentaje
Ninguna	0	0%
Primaria	0	0%
Secundaria	48	35%
Superior	90	65%
Total	138	100%

Gráfico No. 32. Porcentaje de respuestas del nivel de instrucción de la población encuestada, aplicada en el casco urbano del cantón Portoviejo, Provincia de Manabí.

Imagen realizada por los autores de este Análisis de Caso. [18, junio, 2018].

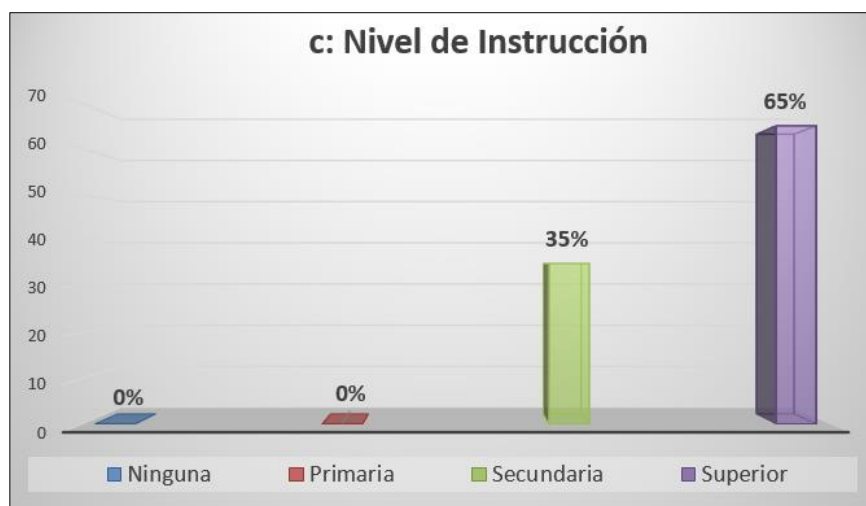


Gráfico No. 33. Porcentaje de respuestas del nivel de instrucción de la población encuestada, aplicada en el casco urbano del cantón Portoviejo, Provincia de Manabí.

Fuente: Imagen realizada por los autores de este Análisis de Caso. [18, junio, 2018].

Análisis cualitativo:

Según la encuesta realizada podemos decir que prevalece la instrucción del Nivel Superior con un 65%, seguida con un 35% de Secundaria y teniendo con respuestas 0 % en Ninguna y Nivel Primaria.

d): Ocupación.

Este ítem nos hará conocer la mayor ocupación de la población del casco urbano del cantón Portoviejo.

d: Ocupación.		
Descripción	Encuestados	Porcentaje
Estudia.	37	27%
Trabaja	62	45%
Ama de Casa	13	9%
Ninguna	26	19%
Total	138	100%

Gráfico No. 34. Porcentaje de respuestas de ocupación de la población encuestada, aplicada en el casco urbano del cantón Portoviejo, Provincia de Manabí.

Imagen realizada por los autores de este Análisis de Caso. [18, junio, 2018].

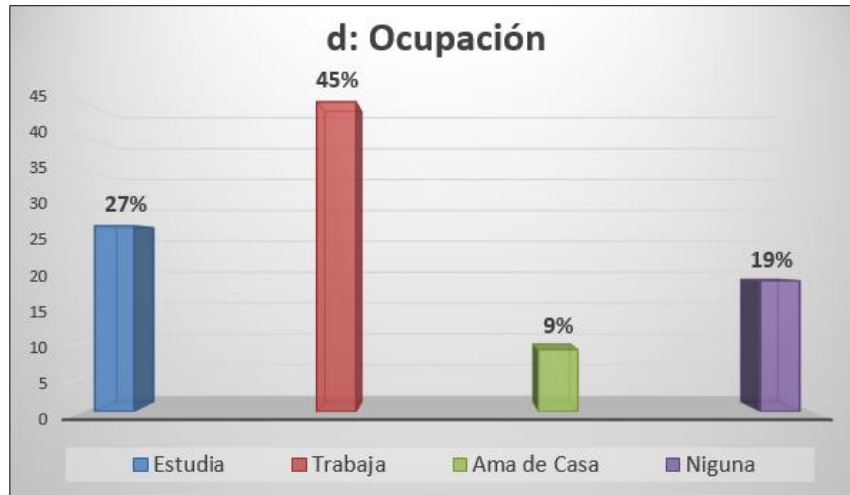


Gráfico No. 35. Porcentaje de respuestas de ocupación de la población encuestada, aplicada en el casco urbano del cantón Portoviejo, Provincia de Manabí.

Imagen realizada por los autores de este Análisis de Caso. [18, junio, 2018].

Análisis cualitativo:

Según los datos obtenidos en las encuestas, se indica que un 45% trabaja, continuando con un 27% que estudia, luego un 19% que no desempeña ninguna actividad, y un 9% que es ama de casa.

Estrato.

Este ítem nos indicará en qué nivel de estrato se encuentra la población del casco urbano del cantón Portoviejo.

Estrato		
Descripción	Encuestados	Porcentaje
Alto	6	4%
Medio	123	89%
Bajo	9	7%
Total	138	100%

Gráfico No. 36. Porcentaje de respuestas del estrato económico de la población encuestada, aplicada en el casco urbano del cantón Portoviejo, Provincia de Manabí.

Imagen realizada por los autores de este Análisis de Caso. [18, junio, 2018].

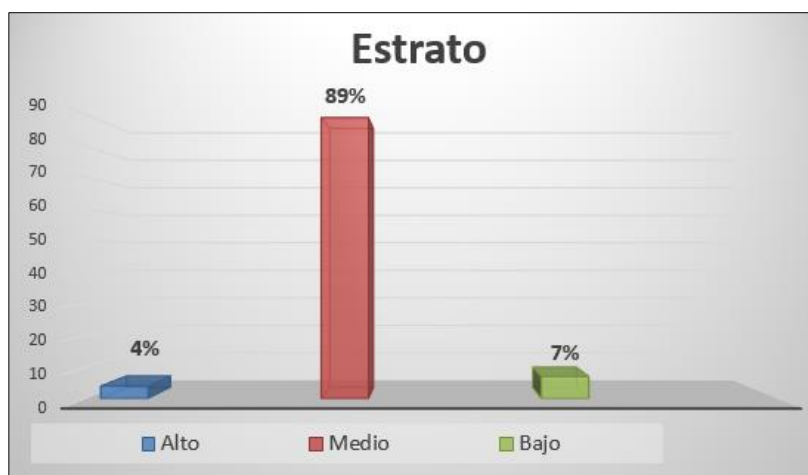


Gráfico No. 37. Porcentaje de respuestas del estrato de la población encuestada, aplicada en el casco urbano del cantón Portoviejo, Provincia de Manabí.

Fuente: Imagen realizada por los autores de este Análisis de Caso. [19, junio, 2018].

Análisis cualitativo:

El resultado de esta pregunta nos da a conocer que un 89% se considera de estrato medio, un 7% se creen de estrato bajo, y un 4% considera pertenecer al estrato alto.

Núcleo Familiar.

Este ítem nos indicará la cantidad del núcleo familiar que se encuentra la población del casco urbano del cantón Portoviejo.

Núcleo Familiar		
Descripción	Encuestados	Porcentaje
1-2	38	28%
3-5	80	58%
Más de 5	20	14%
Total	138	100%

Gráfico No. 38. Porcentaje de respuestas del núcleo familiar de la población encuestada, aplicada en el casco urbano del cantón Portoviejo, Provincia de Manabí.

Imagen realizada por los autores de este Análisis de Caso. [19, junio, 2018].

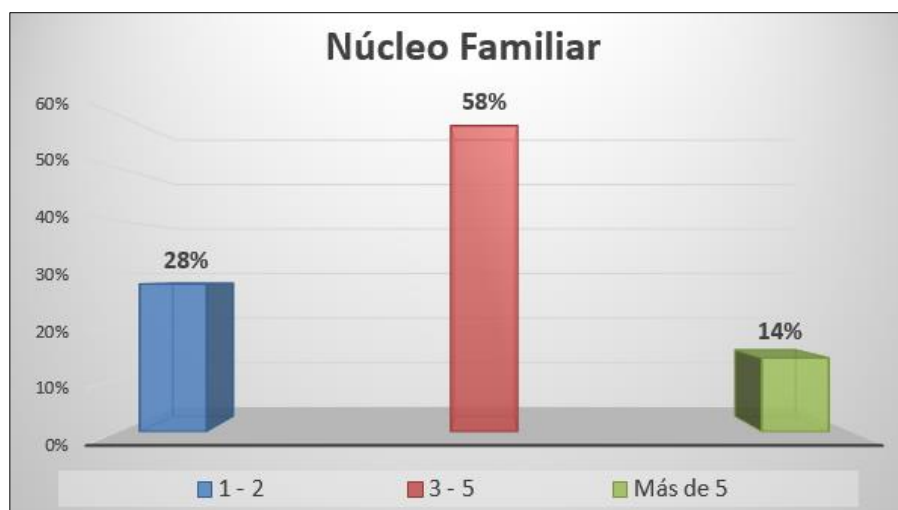


Gráfico No. 39. Porcentaje de respuestas del núcleo familiar de la población encuestada, aplicada en el casco urbano del cantón Portoviejo, Provincia de Manabí.

Fuente: Imagen realizada por los autores de este Análisis de Caso. [19, junio, 2018].

Análisis cualitativo:

De las 138 personas encuestadas, el 58% respondió que su núcleo familiar es de entre 3 – 5 personas, 28% de entre 1 – 2 personas, y con un 14% del núcleo familiar de más de 5 personas.

Datos de la vivienda:

1. Procedencia.

Este ítem nos indicará la procedencia de sus viviendas de la población encuestada del casco urbano del cantón Portoviejo.

1: Procedencia		
Descripción	Encuestados	Porcentaje
Urbana	130	94%
Rural	8	6%
Total	138	100%

Gráfico No. 40. Porcentaje de respuestas de la procedencia de las viviendas de la población encuestada, aplicada en el casco urbano del cantón Portoviejo, Provincia de Manabí.

Imagen realizada por los autores de este Análisis de Caso. [19, junio, 2018].

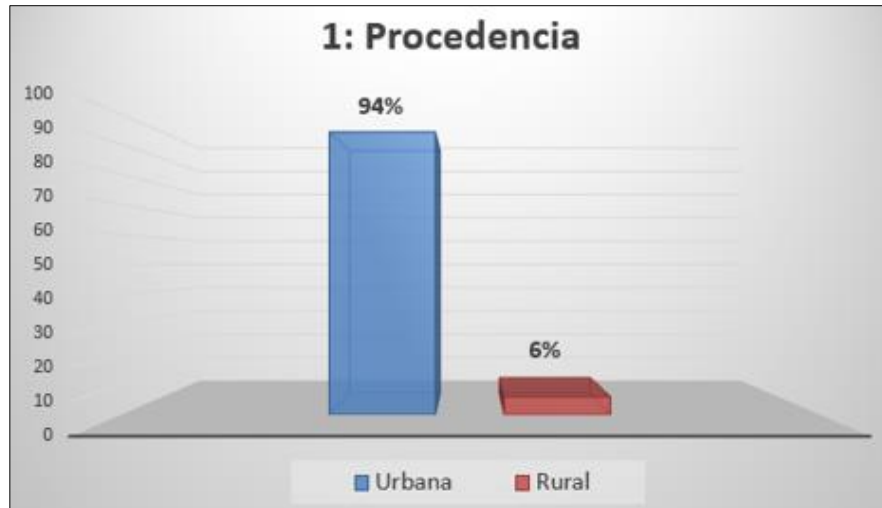


Gráfico No. 41. Porcentaje de la procedencia de las viviendas de la población encuestada, aplicada en el casco urbano del cantón Portoviejo, Provincia de Manabí.

Fuente: Imagen realizada por los autores de este Análisis de Caso. [19, junio, 2018].

Análisis cualitativo:

Según los resultados obtenidos por medio de las encuestas, se consideró que el 94% de las personas encuestadas tienen procedencia de áreas urbanas del Cantón Portoviejo, mientras que un 6% tiene procedencia de las áreas rurales del mismo.

2. Tenencia.

Este ítem nos indicará la tenencia de viviendas de la población encuestada del casco urbano del cantón Portoviejo.

2: Tenencia		
Descripción	Encuestados	Porcentaje
Propia	86	62%
Alquilada	45	33%
Prestada	6	4%
Otro	1	1%
Total	138	100%

Gráfico No. 42. Porcentaje de respuestas de Tenencia de las viviendas de la población encuestada, aplicada en el casco urbano del cantón Portoviejo, Provincia de Manabí.

Imagen realizada por los autores de este Análisis de Caso. [19, junio, 2018].



Gráfico No. 43. Porcentaje de tenencia de las viviendas de la población encuestada, aplicada en el casco urbano del cantón Portoviejo, Provincia de Manabí.

Fuente: Imagen realizada por los autores de este Análisis de Caso. [19, junio, 2018].

Análisis cualitativo:

Según el resultado de la encuesta, un 62% de las personas tienen una vivienda propia, mientras que un 33% alquiladas, un 4% en viviendas prestadas y el 1% otro.

3. Estado.

Este ítem nos indicará el Estado de viviendas de la población encuestada del casco urbano del cantón Portoviejo.

3: Estado		
Descripción	Encuestados	Porcentaje
Muy Bueno	60	43%
Bueno	70	51%
Regular	8	6%
Malo	0	0%
Total	138	100%

Gráfico No. 44. Porcentaje de respuestas del estado de las viviendas de la población encuestada, aplicada en el casco urbano del cantón Portoviejo, Provincia de Manabí.

Imagen realizada por los autores de este Análisis de Caso. [19, junio, 2018].

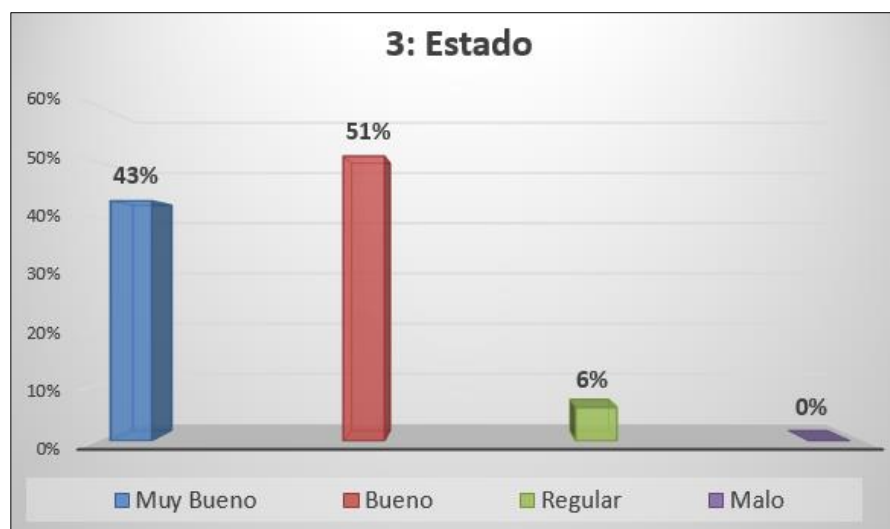


Gráfico No. 45. Porcentaje de Estado de las viviendas de la población encuestada, aplicada en el casco urbano del cantón Portoviejo, Provincia de Manabí.

Fuente: Imagen realizada por los autores de este Análisis de Caso. [19, junio, 2018].

Análisis cualitativo:

De estos resultados, el 51% habita en viviendas en estado bueno, mientras que un 43% en estado muy bueno, seguido por el 6% en estado regular.

4. Tipología.

Este ítem nos indicará la Tipología de viviendas de la población encuestada del casco urbano del cantón Portoviejo.

4: Tipología		
Descripción	Encuestados	Porcentaje
Casa/Villa	110	80%
Departamento	28	20%
Choza	0	0%
Otro	0	0%
Total	138	100%

Gráfico No. 46. Porcentaje de respuestas de Tipología de las viviendas de la población encuestada, aplicada en el casco urbano del cantón Portoviejo, Provincia de Manabí.

Imagen realizada por los autores de este Análisis de Caso. [19, junio, 2018].



Gráfico No. 47. Porcentaje de Tipologías de las viviendas de la población encuestada, aplicada en el casco urbano del cantón Portoviejo, Provincia de Manabí.

Fuente: Imagen realizada por los autores de este Análisis de Caso. [19, junio, 2018].

Análisis cualitativo:

De acuerdo en la encuesta realizada, según la tipología de vivienda dio como resultado que el 80% reside en Casa/Villa y el 20% en departamentos.

Pregunta No. 5. ¿De qué materiales se encuentra edificada su vivienda?

Pregunta # 5		
Descripción	Encuestados	Porcentaje
Hormigón armado	112	81%
Madera	1	1%
Mixtos	25	18%
Materiales alternativos	0	0%
Total	138	100%

Gráfico No. 48. Porcentaje de respuestas de la pregunta No. 5 de la población encuestada, aplicada en el casco urbano del cantón Portoviejo, Provincia de Manabí.

Imagen realizada por los autores de este Análisis de Caso. [19, junio, 2018].



Gráfico No. 49. Porcentaje de la pregunta No.5 de la población encuestada, aplicada en el casco urbano del cantón Portoviejo, Provincia de Manabí.

Fuente: Imagen realizada por los autores de este Análisis de Caso. [19, junio, 2018].

Análisis cualitativo:

En cuanto a esta pregunta nos dio a conocer que el 81% de los encuestados tienen su vivienda edificada con Hormigón Armado, seguido de un 18% corresponde a viviendas Mixtas, y 1% de sus viviendas son de Madera.

Pregunta No. 6. ¿Conoce acerca de las viviendas sustentables?

Pregunta # 6		
Descripción	Encuestados	Porcentaje
Mucho	9	7%
Poco	101	73%
Nada	28	20%
Total	138	100%

Gráfico No. 50. Porcentaje de respuestas de la pregunta No. 6 de la población encuestada, aplicada en el casco urbano del cantón Portoviejo, Provincia de Manabí.

Imagen realizada por los autores de este Análisis de Caso. [19, junio, 2018].

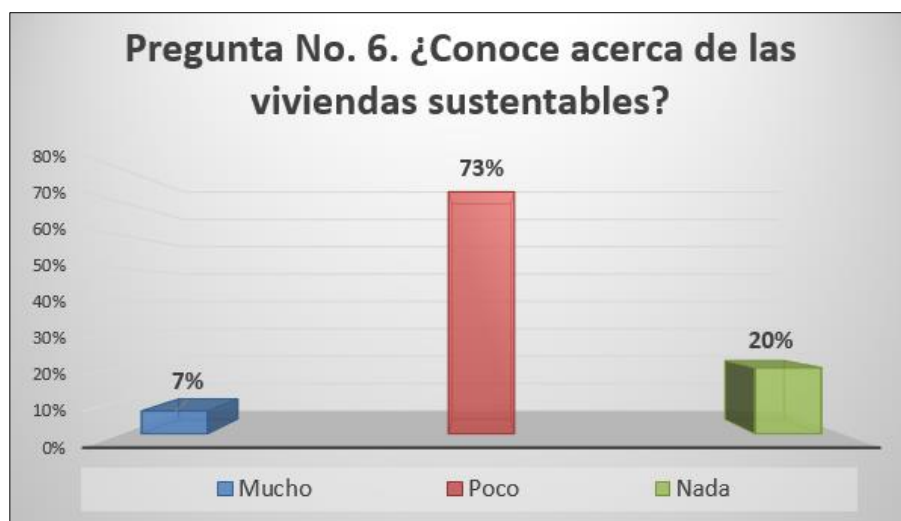


Gráfico No. 51. Porcentaje de la pregunta No.6 de la población encuestada, aplicada en el casco urbano del cantón Portoviejo, Provincia de Manabí.

Fuente: Imagen realizada por los autores de este Análisis de Caso. [19, junio, 2018].

Análisis cualitativo:

En esta pregunta podremos conocer que un 73% de las personas encuestadas conoce poco sobre las viviendas sustentables, seguido de un 7% que conoce mucho, y el 20% no conoce nada acerca de este tipo de viviendas.

Pregunta No. 7. ¿Qué elementos considera necesarios para que una vivienda sea sustentable?

Pregunta # 7		
Descripción	Encuestados	Porcentaje
Materiales reciclados	67	49%
Materiales aislantes	3	2%
Materiales prefabricado	52	38%
Materiales orgánico	16	12%
Total	138	100%

Gráfico No. 52. Porcentaje de respuestas de la pregunta No. 7 de la población encuestada, aplicada en el casco urbano del cantón Portoviejo, Provincia de Manabí.

Imagen realizada por los autores de este Análisis de Caso. [19, junio, 2018].

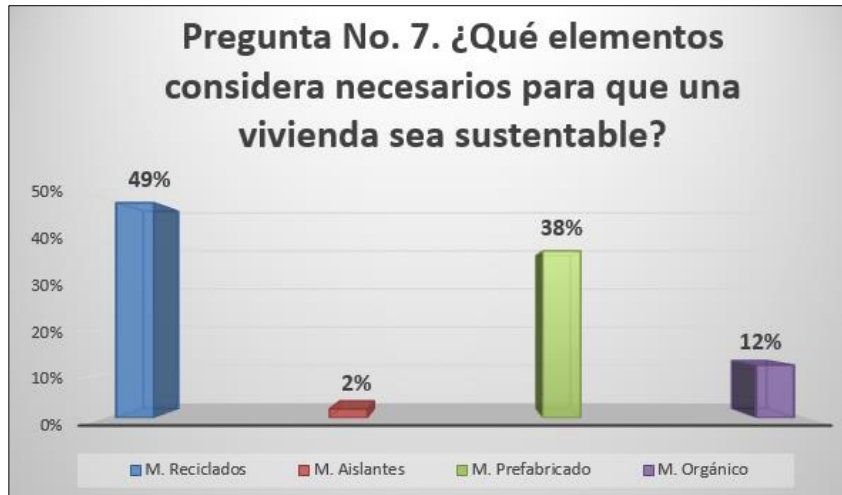


Gráfico No. 53. Porcentaje de la pregunta No.7 de las poblaciones encuestadas, aplicada en el casco urbano del cantón Portoviejo, Provincia de Manabí.

Fuente: Imagen realizada por los autores de este Análisis de Caso. [19, junio, 2018].

Análisis cualitativo:

En el resultado de esta pregunta, se pudo conocer el siguiente resultado, el 49% respondió que los materiales reciclados son necesarios para que una vivienda sea sustentable, mientras que un 38% con materiales prefabricados, seguido de un 12% de materiales orgánicos y un 2% de materiales aislantes.

Pregunta No. 8. ¿Le gustaría a usted que su vivienda utilice materiales alternativos?

Pregunta # 8		
Descripción	Encuestados	Porcentaje
Muy de Acuerdo	24	17%
De Acuerdo	114	83%
En Desacuerdo	0	0%
Total	138	100%

Gráfico No. 54. Porcentaje de respuestas de la pregunta No. 8 de la población encuestada, aplicada en el casco urbano del cantón Portoviejo, Provincia de Manabí.

Imagen realizada por los autores de este Análisis de Caso. [19, junio, 2018].

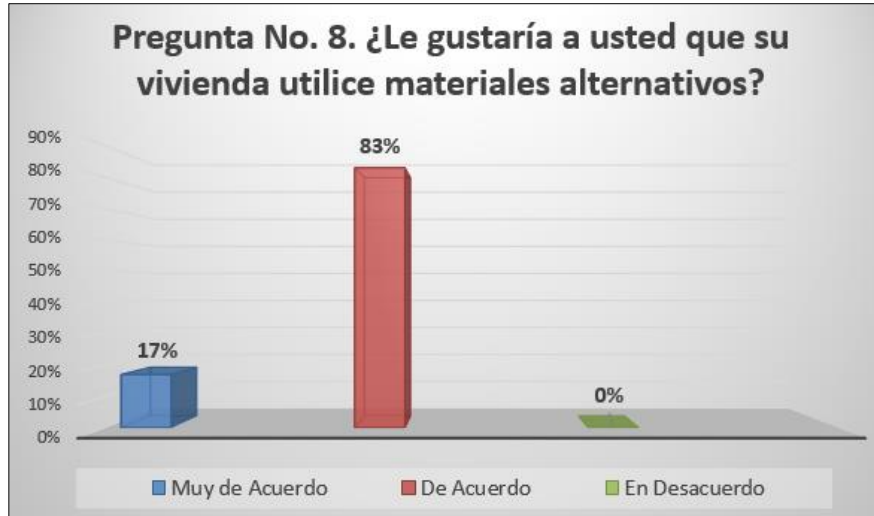


Gráfico No. 55. Porcentaje de la pregunta No.8 de las poblaciones encuestadas, aplicada en el casco urbano del cantón Portoviejo, Provincia de Manabí.

Fuente: Imagen realizada por los autores de este Análisis de Caso. [19, junio, 2018].

Análisis cualitativo:

De estos resultados obtenidos podemos apreciar que un 83% está de acuerdo que su vivienda utilice materiales alternativos, seguido de un 17% que esta muy de acuerdo con utilizarlos.

Pregunta No. 9. ¿Sabía usted, que la ceniza de bagazo de caña de azúcar puede ser utilizada como un aditamento al cemento?

Pregunta # 9		
Descripción	Encuestados	Porcentaje
Si	24	17%
No	114	83%
Total	138	100%

Gráfico No. 56. Porcentaje de respuestas de la pregunta No. 9 de la población encuestada, aplicada en el casco urbano del cantón Portoviejo, Provincia de Manabí.

Imagen realizada por los autores de este Análisis de Caso. [19, junio, 2018].

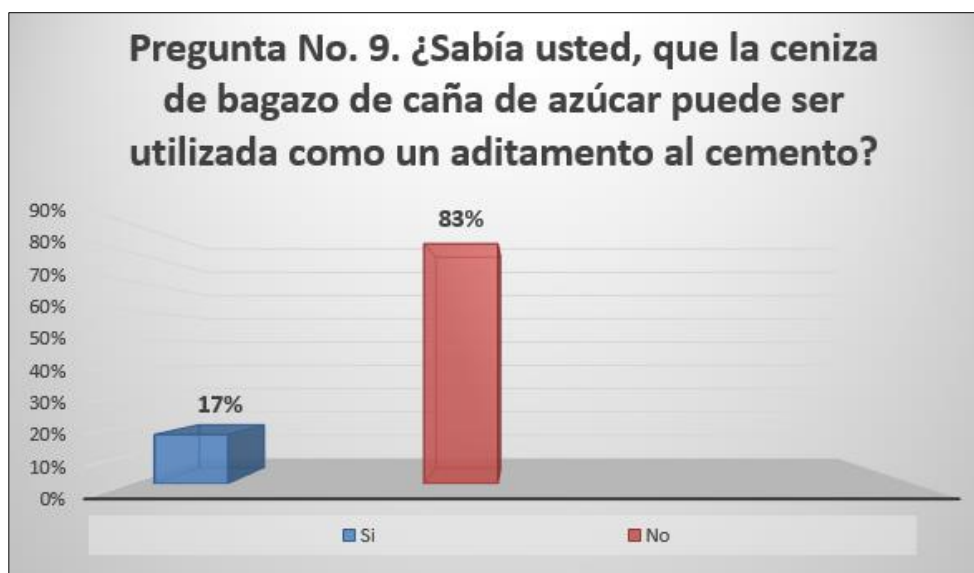


Gráfico No. 57. Porcentaje de la pregunta No.9 de las poblaciones encuestadas, aplicada en el casco urbano del cantón Portoviejo, Provincia de Manabí. Fuente: Imagen realizada por los autores de este Análisis de Caso. [19, junio, 2018].

Análisis cualitativo:

Los resultados obtenidos mediante estas encuestas nos dieron a conocer que, 83% no sabía que el bagazo de caña de azúcar puede ser utilizada como aditamento al cemento, mientras que un 17% sí lo conocía.

Pregunta No. 10. ¿Si fuera factible, la utilización de la ceniza de bagazo de caña de azúcar, como aditamento al mortero de cemento enluciría su vivienda con este material?

Pregunta # 10		
Descripción	Encuestados	Porcentaje
Muy de Acuerdo	66	48%
De Acuerdo	67	49%
En Desacuerdo	5	4%
Total	138	100%

Gráfico No. 58. Porcentaje de respuestas de la pregunta No. 10 de la población encuestada, aplicada en el casco urbano del cantón Portoviejo, Provincia de Manabí. Imagen realizada por los autores de este Análisis de Caso. [19, junio, 2018].



Gráfico No. 59. Porcentaje de la pregunta No.10 de las poblaciones encuestadas, aplicada en el casco urbano del cantón Portoviejo, Provincia de Manabí.

Fuente: Imagen realizada por los autores de este Análisis de Caso. [19, junio, 2018].

Análisis cualitativo:

De los resultados obtenidos en esta pregunta, se pudo evidenciar que un 49% de las personas encuestadas estaban de acuerdo con enlucir su vivienda con este material, seguido de un 48% que estaban muy de acuerdo y un 4% en desacuerdo.

2.7.4. Resultado de las entrevistas.

2.7.4.1. Entrevista aplicada a la Ingeniera Gina Isabel San Andrés Zevallos, docente de la Universidad San Gregorio de Portoviejo Magister en Administración Ambiental.

Pregunta 1. ¿Qué opina usted sobre la Arquitectura Sustentable?

Respuesta: Estoy totalmente a favor y considero que todo lo que se refiere al cuidado del medio ambiente es lo que está en boga y el mundo entero le está apostando como investigación, entonces un material alternativo para la construcción es ideal para proyectos sostenibles y sustentables.

Pregunta 2. ¿Está usted de acuerdo con implementar nuevas técnicas de construcción utilizando materiales alternativos para la sustentabilidad de la vivienda?

Respuesta: Absolutamente de acuerdo, considero que la sociedad actual es tan consumista que deberíamos canalizar mejor toda la basura que nosotros mismos producimos, lo mejor que podemos hacer es investigar para tener un mejor uso de los desechos.

Pregunta 3. ¿Qué elementos considera necesarios para que una vivienda sea sustentable?

Respuesta: Desde los materiales de construcción hasta el proceso como se construye, esos dos parámetros marcarían la tendencia de que sea sustentable la vivienda o no, aparte de la manera en la que las personas que habitan ahí lleven su vida porque entonces debes tener bastante claro cuáles son los requisitos para que una vivienda tienda a ser sustentable y sostenible. Actualmente existen parámetros que no solo corresponden a los materiales que tú utilizaste en tu construcción sino también a la manera en la cual viven las personas ahí, ejemplo, incorporar un huerto en una casa, sembrar árboles para tener su propio purificador de oxígeno.

Pregunta 4. ¿Ha tenido usted una referencia acerca al uso de la Ceniza de Bagazo de caña de azúcar?

Respuesta: No, para nada, es la primera vez que escucho hablar sobre este tema.

Pregunta 5. ¿Conoce usted de alguna institución, empresa privada o pública o la misma administración municipal que esté preocupada por desarrollar nuevas estrategias de materiales de sustentabilidad o al menos de aditamentos que tiendan a mejorar los procesos constructivos y el hábitat de los ciudadanos?

Respuesta: Como municipalidad, como ordenanza con lo que respecta a esa entidad, lo que he podido observar es que se intenta hacer una ciudad más sostenible y sustentable de una manera urbana pero no he visto ninguna ordenanza con respecto a materiales de construcción. En donde sí

he visto avances es en lo académico, algunas universidades tienen algunas campañas, por ejemplo, la Escuela Politécnica Nacional tiene eco-materiales, la Universidad Católica también tiene bastantes avances en cuanto a materiales alternativos y nosotros aquí en la Universidad San Gregorio estamos intentando incursionar y fomentar en ustedes la necesidad de investigar en materiales de construcción. Pero en lo que respecta con las ordenanzas al menos en el municipio no, con lo que respecta a la academia sí, bastante avance. Con lo que respecta a nivel nacional yo creo que haber incorporado en la NEC una normativa con respecto a la utilización de la caña guadua está tendiendo a esa intención de utilizar un material amigable al medio ambiente y está completamente normado dentro de la NEC 2015.

2.7.4.2. Entrevista realizada al Arq. Williams Palma, Arquitecto Desarrollador de diversas obras construidas con Sistemas Alternativos y Sustentables.

Pregunta 1. ¿Qué opina usted sobre la Arquitectura Sustentable?

Respuesta: La arquitectura sustentable es la posibilidad de acceder a un hábitat en la que la utilización de materiales alternativos o tradicionales esté por encima del resto de materiales que son complementarios para la configuración y conformación de una obra. La arquitectura sustentable permite tener una apropiación del contexto, utilizar materiales propios de la zona que responde ambiental y climáticamente de una manera mucho más eficiente y que sobre todo también proporcionan condiciones de bienestar y salud que son adecuadas para el bienestar de cualquier comunidad.

Pregunta 2. ¿Está usted de acuerdo con implementar nuevas técnicas de construcción utilizando materiales alternativos para la sustentabilidad de la vivienda?

Respuesta: Sí, por supuesto. Utilizar otras técnicas y materiales alternativos implica primero una investigación científica, una investigación aplicada que a partir de la experimentación permita

saber cuáles son los resultados de los beneficios y sobre todo su aporte socioeconómico y ambiental. En definitiva, la experimentación y el retomar tradiciones constructivas que históricamente se han venido aplicando en nuestro medio es lo que nos permite también conocer y comprender un hábitat que siempre fue más adaptado a nuestra realidad, nuestro clima y nuestro contexto.

Pregunta 3. ¿Qué elementos considera necesarios para que una vivienda sea sustentable?

Respuesta: Para que una vivienda sea sustentable primero hay que partir de una concepción adecuada, la arquitectura debe ser consecuente con su medio ambiente y con su hábitat, debe ser consecuente con la idiosincrasia de la familia, de la comunidad o de los sectores en donde se emplaza y también la utilización de materiales propios y combinados porque hay muchas necesidades en el mundo contemporáneo que requieren la combinación de diferentes elementos, diferentes sistemas que pueden volverla confortable, hay que diferenciar también los contextos, una cosa es trabajar en un contexto urbano más consolidado y otra en un contexto periférico o sub urbano y otra muy diferente condición es trabajar en contextos rurales. En la medida que la vivienda se vaya apropiando de cada uno de los contextos es que puede tener unas condiciones de sostenibilidad mucho más eficiente que trasciende incluso las modas, los estilos o las tradiciones que muchas veces son adoptadas de otras regiones y que no forman parte de nuestra condición habitacional, y pasa no sólo en la arquitectura sino también en el urbanismo.

Pregunta 4. ¿Ha tenido usted una referencia acerca al uso de la Ceniza de Bagazo de caña de azúcar?

Respuesta: Ninguna, lo más cercano a utilizar materiales alternativos de esta naturaleza es la cascarilla de arroz o el tamo que lo he empleado y que ha significado un aprovechamiento de un material no convencional de reutilización, que conceptualmente tiene que ver mucho con la

filosofía de lo que ustedes están haciendo, pero en definitiva son posibilidades en el uso de materiales que conllevan a un mismo fin, lograr una vivienda más conveniente económicamente, funcionalmente, constructivamente y sobre todo considerando la posibilidad de reutilizar, de aprovechar materiales que aparentemente no tendrían ninguna utilización una vez que han sido desechados.

Pregunta 5. ¿Conoce usted de alguna institución, empresa privada o pública o la misma administración municipal que esté preocupada por desarrollar nuevas estrategias de materiales de sustentabilidad o al menos de aditamentos que tiendan a mejorar los procesos constructivos y el hábitat de los ciudadanos?

Respuesta: Realmente no conozco empresas que estén dedicadas a hacer un aprovechamiento de este tipo de recursos, no obstante la universidad Eloy Alfaro de Manta a través de un convenio de cooperación con la prefectura, con la agencia española de cooperación internacional están incursando en una denominada escuela taller para la reconstrucción de Manabí y en ese proceso de aprendizaje y desarrollo tecnológico utilizan y emplean entre los diversos materiales el bambú, la caña guadua, esa experiencia académica y de alguna forma científica con un contenido pedagógico está buscando promover esta tradición constructiva dotando de conocimiento a artesanos, maestros de obra, a algunos profesionales de la arquitectura y en ese proceso se han ido involucrando algunas iniciativas de parte de emprendimientos productivos que sin llegar a ser todavía empresas, empiezan a experimentar en el uso de materiales como el bambú, materiales como la tagua, el coco y empezar a hacer algunas combinaciones que están muy relacionadas y orientadas a los mobiliarios, artesanías, al armado básico de construcciones con caña guadua; entonces, en ese sentido se empieza a ver cierta corriente y cierta tradición en aprovechar materiales que los hemos tenido históricamente pero que tecnológicamente no les

hemos dado una correcta utilización, haciendo que estos materiales alternativos se los relacione con la pobreza, evitando la posibilidad que sean utilizados de manera eficiente.

2.7.5. Análisis comparativo de las pruebas de compresión.

En la República del Ecuador las plantaciones de caña de azúcar son un cultivo permanente predominante de la superficie agropecuaria, generando millones de toneladas anuales de producción, convirtiéndose en un sector de gran importancia para la economía del país. La industrialización de la caña de azúcar genera un residuo que es el bagazo. Este residuo puede ser usado para la generación de la energía eléctrica en los ingenios, en las máquinas de elaboración de aguardiente, como alimento para el ganado o simplemente quemado al aire libre, dando como resultado la ceniza producto de la incineración del bagazo.

Investigaciones recientes revelan que estas cenizas están compuestas por SiO_2 , lo que permite la utilización de este material como un aditamento en la elaboración de concretos y morteros, al poseer características puzolánicas, trayendo consigo grandes beneficios como la sustitución de manera parcial del cemento portland. De esta manera lograr reducir en alguna manera las emisiones de CO_2 de la industria del cemento. Esta investigación nos referencia la utilización de la ceniza de bagazo de caña de azúcar como aditamento al mortero y como sustitución parcial del cemento portland.

Revisando la información disponible en la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC)⁶⁵ (2014), podemos referenciar que:

Los morteros de pega, deben cumplir con la norma NTE INEN 0247 (ASTM C207). Estos morteros deben tener buena plasticidad, consistencia y ser capaces de retener el agua mínima para la hidratación del cemento; y, además garantizar su adherencia con las unidades de mampostería para desarrollar su acción cementante.

Dosificación del mortero de pega

⁶⁵Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC). (2014). Mampostería estructural. San Francisco de Quito, República del Ecuador.

Para la dosificación de los componentes de los morteros de pega, se realizarán previamente ensayos de laboratorio o se utilizarán experiencias en obras similares. Serán clasificados según la dosificación mínima de sus componentes y con la resistencia a la compresión. (p. 21).

Tipo mortero	de	Resistencia mínima compresión días (MPa)	a 28	Composición en partes por volumen		
				Cemento	Cal	Arena
M20		20.0		1	-	2.5
M15		15.0		1	-	3.0
				1	0.5	4.0
		10.0		1	-	4.0

Gráfico No. 60. Tipos de morteros, dosificación y resistencia a compresión a los 28 días.

Fuente: INEC – ESPAC 2013 – 2016. [En línea]. Consultado: [24, junio, 2018]. Disponible en: <https://online.portoviejo.gob.ec/docs/nec9.pdf>

Tipo mortero	de	Resistencia mínima compresión días (MPa)	a 28	Composición en partes por volumen		
				Cemento	Cal	Arena
M10				1	0.5	5.0
M5		5.0		1	-	6.0
				1	1.0	7.0
M2.5		2.5		1	-	7.0
				1	2.0	9.0

Gráfico No. 61. Tipos de morteros, dosificación y resistencia a compresión a los 28 días.

Fuente: INEC – ESPAC 2013 – 2016. [En línea]. Consultado: [24, junio, 2018]. Disponible en: <https://online.portoviejo.gob.ec/docs/nec9.pdf>

Materiales.

Se utilizó un cemento Portland (Holcim) de uso general, tipo GU de acuerdo con la norma ASTM C1157. Se usó arena fina lavada para morteros proveniente de la cantera Megarok. Se empleó ceniza de bagazo de caña de azúcar colectada de un productor de alcohol etílico local del cantón Santa Ana (Bonce), producto de la quema del bagazo al aire libre.

Las muestras de ceniza de bagazo de caña de azúcar usadas en este trabajo se obtuvieron mediante un proceso de tamizado de 60 min a la velocidad de 60 rpm para lograr que el material pase a través del tamiz N° 200, cuyas aberturas son de 0.075 milímetros.

Diseño de la mezcla.

Para establecer la cantidad óptima de ceniza de bagazo de caña de azúcar fueron realizadas cuatro mezclas de mortero con diferentes porcentajes de CBC, además de la mezcla que se utilizó como referencia (REF), porcentajes empleados de ceniza fueron de 10% - 15% - 20% y 25%. La evaluación de la resistencia a compresión se realizó a los 7,14 y 28 días, para esto fueron preparadas cinco muestras con cada mezcla, incluyendo la del estado natural, las cuales fueron diseñadas para obtener la resistencia a compresión de 100 kg/cm² a los 28 días. La dosificación de cada mezcla se resume en la siguiente tabla.

CBC (%)	Cemento (g)	Arena (g)	Agua (ml)	CBC (g)
0	624,00	1.872	550	-
10	561,60	1.872	550	62,4
15	530,40	1.872	550	93,6
20	499,20	1.872	600	124,80
25	468,00	1.872	600	156,00

Gráfico No. 62. Mezclas de mortero utilizadas.

Fuente: Imagen realizada por los autores de este Análisis de Caso. [20, julio, 2018].

Resultados.

Los ensayos de laboratorio fueron realizados para obtener la resistencia a compresión de 100 kg/cm² a los 28 días. Se obtuvo como resultado una resistencia de 110,94 kg/cm² para la muestra de referencia, 113,80 kg/cm² para la muestra con 10% de CBC, 104,42 kg/cm² para la muestra con 15% de CBC, 79,94 kg/cm² para la muestra con 20% de CBC 69,75 kg/cm² para la muestra con 25% de CBC.

Edad (días)	RESISTENCIA A COMPRESION (kg/cm²)				
	REF	CBC 10%	CBC 15%	CBC 20%	CBC 25%
7	62,00	68,93	67,71	63,22	66,89
14	103,60	104,42	90,14	75,87	70,56
28	110,94	113,80	104,42	79,94	69,75

Gráfico No. 63. Resultados de la resistencia a compresión de las mezclas de mortero en kg/cm².

Fuente: Imagen realizada por los autores de este Análisis de Caso. [20, julio, 2018].

Edad (días)	RESISTENCIA A COMPRESION (Mpa)				
	REF	CBC 10%	CBC 15%	CBC 20%	CBC 25%
7	6,08	6,76	6,64	6,20	6,56
14	10,16	10,24	8,84	7,44	6,92
28	10,88	11,16	10,24	7,84	6,84

Gráfico No. 64. Resultados de la resistencia a compresión de las mezclas de mortero en Mpa.

Fuente: Imagen realizada por los autores de este Análisis de Caso. [20, julio, 2018].

2.7.6. Pruebas de resistencia a la compresión.

2.8. Conclusiones y Recomendaciones.

2.8.1. Conclusiones.

- a) Mediante el análisis realizado se pudo determinar que el 81% de la población encuestada reside en viviendas de sistema constructivo tradicional (hormigón armado).
- b) Como resultado de las encuestas se pudo determinar la escasa aplicación tanto de sistemas y materiales alternativos de construcción de nuestro medio, esto se pudo evidenciar ya que la mayoría de personas encuestadas respondieron que conocían poco o nada acerca de las viviendas sustentables.
- c) A través del proceso de tabulación se pudo concluir que a pesar que la población tiene escaso conocimiento sobre las viviendas sustentables, después de darles una explicación certera sobre este tipo de viviendas, se evidenció mayor aceptación por la utilización de materiales reciclados para lograr una construcción alternativa.
- d) Del total de las personas que participaron de la encuesta, el 96% quisiera utilizar la ceniza de bagazo de caña de azúcar como material de aditamento al mortero para enlucidos.
- e) La utilización de materiales reciclados en la construcción genera resultados satisfactorios, en el contexto ambiental, económico y constructivo. Esto lo pudimos evidenciar en las diversas investigaciones que existen en la actualidad referente al uso de materiales reciclados dentro de la construcción.
- f) El uso de la ceniza de bagazo de caña de azúcar dentro de la construcción, nos ayuda a mitigar en alguna manera la contaminación producto de este residuo, pues actualmente se genera un aproximado de 67.725,55 toneladas anuales de CBC dentro del país.
- g) Mediante los ensayos de laboratorio se pudo determinar que se logra obtener la resistencia óptima del mortero a los 28 días, con el 10% de sustitución parcial del cemento por la ceniza de

bagazo de caña de azúcar, superando la resistencia de la muestra de referencia. En las mezclas realizadas con porcentajes mayores al 15% se pudo evidenciar que a medida que se aumenta el porcentaje de CBC, la trabajabilidad del mortero se reduce, por lo que se hace necesario aumentar la cantidad de agua en la mezcla.

h) Los resultados de la investigación diagnostican como favorable la utilización de cenizas de bagazo de caña de azúcar como aditamento al mortero y a la vez como sustitución parcial del cemento dentro de la construcción, reduciendo así el impacto ambiental provocado por este desecho al igual que de las emisiones de CO₂ por cada tonelada de cemento.

2.8.2. Recomendaciones.

- a) Se plantea emprender programas de difusión para promover el uso de soluciones constructivas que contribuyan con la innovación y sustentabilidad de las edificaciones, para así generar alternativas de construcción que sean amigables con el ambiente.
- b) Se recomienda fomentar la aplicación de sistemas constructivos sustentables, al igual que la utilización de materiales alternativos en la construcción, para que así la población logre adquirir conocimientos referentes a las viviendas sustentables.
- c) Se sugiere difundir los beneficios que conlleva la construcción sustentable, valiéndose de la predisposición de la población en relación a la utilización de materiales reciclados, para así incrementar la producción de viviendas sustentables empleando este tipo de materiales.
- d) Se propone capacitar a la población sobre el empleo y beneficios de la ceniza de bagazo de caña de azúcar como aditamento al mortero, para de esta manera promover la utilización de este material como adición a la argamasa de cemento.
- e) Se plantea implementar la utilización de materiales reciclados en la industria de la construcción debido a las ventajas que estos proporcionan en el contexto ambiental, económico y constructivo.
- f) Se recomienda instaurar convenios con ingenios y fábricas de alcohol etílico mediante los cuales se pueda establecer la donación de la ceniza de bagazo de caña de azúcar, siendo este un material de desecho en dichas industrias, para así poder realizar nuevos proyectos habitacionales empleando este material como aditamento al mortero.
- g) Se propone potenciar la ceniza de bagazo de caña de azúcar como alternativa para la construcción, no solamente para morteros, sino también de otros elementos constructivos, para lo cual se deberán realizar los estudios pertinentes. Se debe tomar en consideración el uso de gafas y mascarillas durante el proceso de tamizado.

h) Se recomienda implementar la CBC dentro de la construcción de viviendas de interés social, para así generar un abaratamiento de costos en cuanto al recubrimiento de las viviendas. De igual manera se sugiere seguir investigando la utilidad de nuevos materiales de desechos industriales que puedan ser reutilizados como sustituto parcial del cemento, para así contribuir con la reducción de la contaminación del ambiente que produce la industria del cemento.

CAPÍTULO III: PROPUESTA.

A través de los resultados de las resistencias obtenidas mediante los ensayos de laboratorio, se procede a realizar una propuesta como alternativa en la mezcla del mortero, consistente en la adición del 10% de CBC en la mezcla de mortero.

En este planteamiento se establecerán tanto el costo directo del mortero de cemento como el de la mezcla con ceniza de bagazo de caña de azúcar, se determinará el costo unitario de la bolsa de ceniza y la disminución de gases de efecto invernadero que emite la industria del cemento, contribuyendo así con la mitigación de la contaminación ambiental.

3.1. Análisis de precio unitario.

3.1.1. Mortero convencional.

Para poder obtener el análisis de precio unitario del mortero convencional se tomará en consideración el precio de mercado actual del cemento, el precio de la arena acorde con la cantera donde se obtenga, el costo del agua a utilizarse, el valor de mano de obra, el precio de herramientas y equipos a utilizarse.

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO : 01
 DETALLE : Enlucido de cemento

HOJA 01 DE 01
 UNIDAD: m2

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,20
Andamios	1,00	2,50	2,50	0,012	0,03
SUBTOTAL M					0,23

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Maestro Mayor ejec.obras civil EO C1	1,00	3,57	3,57	0,400	1,43
Albañil EO D2	1,00	3,22	3,22	0,400	1,29
Peon EO E2	1,00	3,18	3,18	0,400	1,27
SUBTOTAL N					3,99

MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
Cemento portland	saco	0,210	7,90	1,66
Arena fina lavada	m3	0,030	12,50	0,38
Agua	m3	0,010	2,00	0,02
SUBTOTAL O				2,06

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB
Cemento portland	saco	0,210	0,10	0,02
Arena fina lavada	m3	0,030	5,50	0,17
SUBTOTAL P				0,19

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	6,47
INDIRECTOS (%)	22,00%
UTILIDAD (%)	0,00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	7,89
VALOR UNITARIO	7,89

SON: SIETE DOLARES, 89/100 CENTAVOS
 ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Gráfico No. 66. Análisis de precio unitario de un enlucido de cemento.
 Fuente: Imagen realizada por los autores de este Análisis de Caso. [21, julio, 2018].

3.1.2. Mortero con CBC de la fábrica de alcohol etílico de Bonce, Cantón Santa Ana, Provincia Manabí, República del Ecuador.

Para obtener el análisis de precio unitario del mortero con adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar procedente de la producción del alcohol etílico del sitio Bonce del Cantón Santa Ana, se tomará en consideración el transporte del material, existiendo una distancia de 23,2 km entre la fábrica y el sector de estudio. La determinación del análisis de precio unitario del mortero con CBC se realiza con el propósito de demostrar el ahorro en la elaboración y utilización de este material.

3.1.2.1. Mortero con 10% de CBC.

Para realizar el análisis de precio unitario del mortero con 10% de CBC, se toma el mismo costo de los materiales empleados en la elaboración del mortero convencional, para lo cual se establece un valor de \$1.94, equivalente a un saco de ceniza (45 kg).

3.1.3. Determinación de costo unitario de saco de CBC.

3.1.3.1. Transporte.

Se cotizó el precio del transporte de la fábrica de alcohol etílico del sitio Bonce, al lugar donde se realizaron las muestras de mortero, teniendo un precio de \$55.68 para un camión de volteo de 12m³.

$$\text{Transporte Cantón Santa Ana} = \$55,68/12\text{m}^3$$

Obtención del peso transportado en el camión de volteo.

Con la densidad teórica de la ceniza se establece el peso del material transportado por la volqueta.

$$w = \left(0,89 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^3}\right) (12\text{m}^3)$$

$$w = 10,68 \text{ Ton. } w$$

$$w = 10.680 \text{ kg}$$

Precio por kilogramo de CBC transportado.

Para poder establecer el precio del transporte por kilogramo transportado de CBC, se debe dividir el costo del transporte entre el peso transportado en la volqueta.

$$\text{Costo} \frac{\$}{\text{kg}} = \frac{55,68}{10.680}$$

$$\text{Costo} = \frac{\$ 0.005213}{1 \text{ kg}}$$

3.1.3.2. Mano de obra.

Se considera la mano de obra para el empaque y tamizado de la ceniza, el precio de la mano de obra se establece con base a los salarios mínimos establecidos por la contraloría general del estado para la estructura ocupacional E2 (peón), y el rendimiento para el tamizado se toma en cuenta una aproximación de los kilogramos de CBC tamizados para el análisis.

Precio por mano de obra por empaque.

$$\text{Costo diario por hombre} = \$ 16$$

Precio unitario por empacado de CBC.

$$\text{Rendimiento} = (18 \text{ sacos} / \text{ hora}) (8 \text{ horas})$$

$$R = 144 \text{ sacos} / \text{ día}$$

$$\text{Costo unitario} = \$ 16 / 144 \text{ sacos}$$

$$\text{Costo unitario} = \$ 0,11 / \text{ saco}$$

Precio unitario por tamizado de CBC.

$$\text{Rendimiento} = 65 \text{ kg} / \text{ horas}$$

$$R = (65 \text{ kg} / \text{ hora}) (8 \text{ horas})$$

$$R = 520 \text{ Kg} / \text{ día}$$

$$\text{Costo unitario} = \$ 16 / 520 \text{ kg}$$

$$\text{Costo unitario} = \$ 0,03 / 1 \text{ kg}$$

3.1.3.3. Material de empaque.

Se toma el costo de las bolsas de polipropileno de segunda mano como \$0.25

$$\text{Costo de saco} = \$0.25$$

3.1.4. Costo de saco de ceniza de bagazo de caña de azúcar empacado (45 kg). Fábrica de alcohol etílico del sitio Bonce, Cantón Santa Ana, Provincia de Manabí, República del Ecuador.

PRECIO UNITARIO DE CBC				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Subtotal
Transporte	Kg	90	\$ 0,005	\$ 0,450
			SUB TOTAL	\$ 0,450

MANO DE OBRA				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Subtotal
Empaque	Unidad	1	\$ 0,110	\$ 0,110
Tamizado	Kg	45	\$ 0,030	\$ 1,350
			SUB TOTAL	\$ 1,460

MATERIALES				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Subtotal
Saco	Unidad	1	\$ 0,250	\$ 0,250
			SUB TOTAL	\$ 0,250

P. UNITARIO	\$ 2,160
--------------------	-----------------

Gráfico No. 67. Precio Unitario de la Ceniza de bagazo de caña de Azúcar, Mano de obra, Materiales.
Fuente: Imagen realizada por los autores de este Análisis de Caso. [21, julio, 2018].

3.1.5. Análisis de precio unitario mortero con 10% de CBC.

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO : 01			HOJA 01 DE 01		
DETALLE : Enlucido de cemento con 10% CBC			UNIDAD: m2		
EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,20
Andamios	1,00	2,50	2,50	0,012	0,03
SUBTOTAL M					0,23
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Maestro Mayor ejec.obras civil	EO C1	1,00	3,57	0,400	1,43
Albañil	EO D2	1,00	3,22	0,400	1,29
Peon	EO E2	1,00	3,18	0,400	1,27
SUBTOTAL N					3,99
MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB	
Cemento portland	saco	0,189	7,90	1,49	
Arena fina lavada	m3	0,030	12,50	0,38	
Ceniza de bagazo de caña de azúcar	saco	0,021	2,16	0,05	
Agua	m3	0,010	2,00	0,02	
SUBTOTAL O					1,94
TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
Cemento portland	saco	0,189	0,10	0,02	
Arena fina lavada	m3	0,030	5,50	0,17	
Ceniza de bagazo de caña de azúcar	saco	0,021	0,10	0,00	
SUBTOTAL P					0,19
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					6,35
INDIRECTOS (%)				22,00%	1,39
UTILIDAD (%)				0,00%	0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					7,74
VALOR UNITARIO					7,74
SON: SIETE DOLARES,74/100 CENTAVOS					
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA					

Gráfico No. 68. Análisis de precio unitario de un enlucido de cemento con 10% de CBC.

Fuente: Imagen realizada por los autores de este Análisis de Caso. [21, julio, 2018].

3.1.6. Análisis de precio unitario mortero con 15% de CBC.

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO : 01					HOJA 01 DE 01
DETALLE : Enlucido de cemento con 15% CBC					UNIDAD: m2
EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,20
Andamios	1,00	2,50	2,50	0,012	0,03
SUBTOTAL M					0,23
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Maestro Mayor ejec.obras civil EO C1	1,00	3,57	3,57	0,400	1,43
Albañil EO D2	1,00	3,22	3,22	0,400	1,29
Peon EO E2	1,00	3,18	3,18	0,400	1,27
SUBTOTAL N					3,99
MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB	
Cemento portland	saco	0,178	7,90	1,41	
Arena fina lavada	m3	0,030	12,50	0,38	
Ceniza de bagazo de caña de azúcar	saco	0,032	2,16	0,07	
Agua	m3	0,010	2,00	0,02	
SUBTOTAL O				1,87	
TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
Cemento portland	saco	0,189	0,10	0,02	
Arena fina lavada	m3	0,030	5,50	0,17	
Ceniza de bagazo de caña de azúcar	saco	0,021	0,10	0,00	
SUBTOTAL P				0,19	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					6,28
INDIRECTOS (%)				22,00%	1,39
UTILIDAD (%)				0,00%	0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					7,67
VALOR UNITARIO					7,67
SON: SIETE DOLARES,67/100 CENTAVOS					
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA					

Gráfico No. 69. Análisis de precio unitario de un enlucido de cemento con 15% de CBC.

Fuente: Imagen realizada por los autores de este Análisis de Caso. [15, Agosto, 2018].

3.2. Gases de efecto invernadero emitidos en la producción del cemento.

En base a la memoria de sostenibilidad 2015 de Holcim, se puede conocer los gases de efecto invernadero que son emitidos por esta industria, como es el caso del óxido de nitrógeno (NO_x), el dióxido de azufre (SO₂), compuestos orgánicos volátiles (VOC) y material particulado. En el gráfico No. 68 se muestran las cantidades de gases de efecto invernadero que se generan en la producción de un metro cuadrado de mortero, conociendo que la emisión de óxido de nitrógeno es de 34,77 g /saco de cemento, la de dióxido de azufre de 0,8 g/saco de cemento y los compuestos volátiles de 0,75 g /saco, al igual que el material particulado.

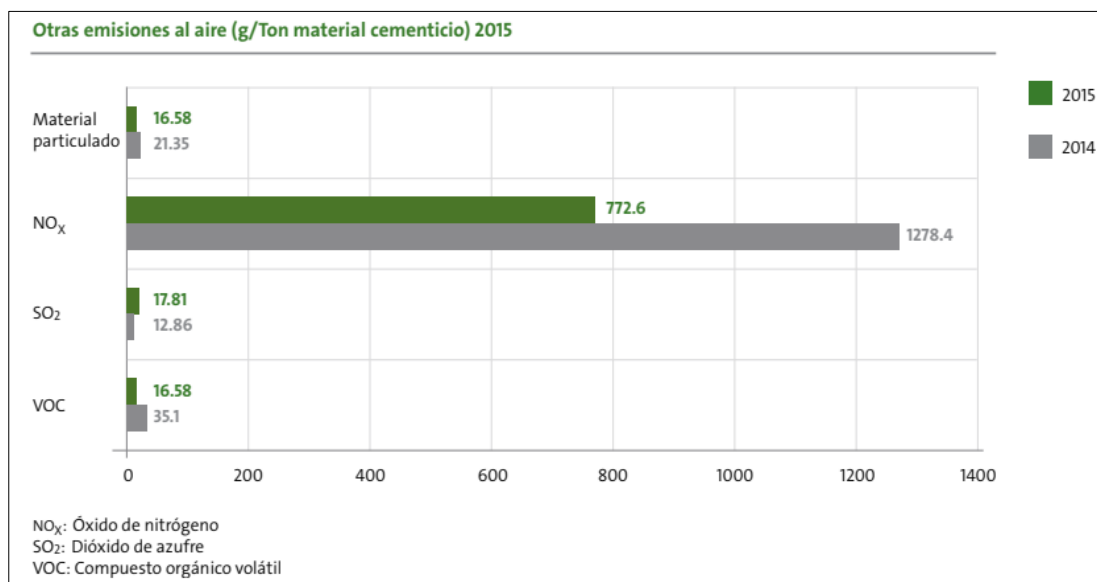


Gráfico No. 70. Cantidades de gases de efecto invernadero generado por m² de mortero.
Fuente: Holcim Memoria de Sostenibilidad 2016. [En línea]. Consultado: [21, julio, 2018]. Disponible en:
<http://memoria.holcimecuador.com/sites/default/files/RDS2015.pdf>

Mezcla	Cemento (Sacos)	Emisión de gases (g)			
		Nox	SO2	VOC	Mat. Particulado
Referencia	0,21	7,3	0,168	0,157	0,157
10% CBC	0,189	6,57	0,152	0,141	0,141
15% CBC	0,178	6,19	0,142	0,133	0,133

Gráfico No. 71. Gases de efecto invernadero emitidos en la elaboración de un metro cuadrado de enlucido de la mezcla de referencia , y mezclas con 10% y 15% de CBC obtenido en el Cantón Portoviejo, Provincia de Manabí, República del Ecuador.

Fuente: Elaborada por los autores de este análisis de caso. [15, agosto, 2018].

3.3. Comparación entre el mortero convencional y el mortero con 10 % de CBC.

3.3.1. Resistencia.

La muestra de mortero de referencia y la muestra de mortero con 10% de CBC, logran la resistencia especificada, con una diferencia del 2,58% entre las resistencias de ambos morteros.

3.3.2. Costo.

Con sustitución del 10% de cemento por CBC de la fábrica de alcohol etílico del sitio Bonce, se obtiene una disminución del 1,94% en el costo por metro cuadrado de enlucido.

3.3.3. Ambiental.

En el mortero con 10% de CBC de la fábrica de alcohol etílico del sitio Bonce, se reduce la emisión de gases de efecto invernadero al ambiente en 10% de óxido de Nitrógeno y un 9,52% de dióxido de Azufre, un 10,19% de compuestos volátiles y 10,19% de material particulado, por el cemento utilizado usado en un metro cuadrado de mortero.

3.4. Comparación entre el mortero convencional y el mortero con 15 % de CBC.

3.4.1. Resistencia.

La muestra de mortero de referencia y la muestra de mortero con 15% de CBC, logran la resistencia especificada, con una diferencia del 6,30% entre las resistencias de ambos morteros.

3.4.2. Costo.

Con sustitución del 15% de cemento por CBC de la fábrica de alcohol etílico del sitio Bonce, se obtiene una disminución del 2,80% en el costo por metro cuadrado de enlucido.

3.4.3. Ambiental.

En el mortero con 15% de CBC de la fábrica de alcohol etílico del sitio Bonce, se reduce la emisión de gases de efecto invernadero al ambiente en 15% de óxido de Nitrógeno y un 15,21% de dióxido de Azufre, un 15,48% de compuestos volátiles y 15,29% de material particulado, por el cemento utilizado usado en un metro cuadrado de mortero.

3.5. Cuadro comparativo de las propiedades del Mortero convencional y el mortero con CBC.

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LOS MORTEROS		
Características	Mortero convencional	Mortero con CBC
Resistencia a la compresión	El mortero alcanza su resistencia final a los 28 días, se debe proporcionar adecuadamente la mezcla para que se alcancen las resistencias especificadas.	Con la adición del 10% de CBC aumenta la resistencia a la compresión en un 3 % en relación con el mortero convencional.
Adherencia	Es la capacidad del mortero de soportar tensiones normales o tangenciales a la superficie que une la mezcla con la estructura. En el caso de la mampostería, para tener una buena adherencia es necesario que la superficie del bloque sea tan rugosa como sea posible para permitir la unión mecánica del mortero.	El mortero con CBC presenta la misma capacidad de adherencia que el mortero convencional.
Trabajabilidad	Es una medida de la facilidad de colocación de la mezcla, en las unidades de mampostería y en revestimientos. El indicador de la trabajabilidad es la consistencia, la cual se refiere al estado de fluidez del mortero.	El mortero con la adición del 10 % al 15% de CBC presenta una trabajabilidad similar a la del mortero convencional con consistencia plástica. Con la adición del 20% al 25% la trabajabilidad disminuye lo que hace necesario el aumento de agua a la mezcla.
Retención de agua	El mortero debe contar con la cantidad de agua necesaria para permitir la hidratación de las partículas de cemento y a la vez tener una mezcla fluida, lo que influye en gran medida en la velocidad de endurecimiento y la resistencia final a la compresión.	La adición del 10% de CBC mejora la retención de agua en la mezcla, debido a las propiedades puzolánicas del material.
Durabilidad	Es la resistencia a los agentes externos como los cambios de temperatura, el desgaste por abrasión, retracción al secado, eflorescencias, agentes corrosivos, o choques térmicos, entre otros, sin deterioro de sus condiciones físicoquímicas con el tiempo.	Los morteros con CBC gozan de una buena estabilidad química al ser sometidos a ambientes agresivos. Estos morteros presentan mejor resistencia al agua de mar y mejor defensa ante sulfatos y cloruros, presentando así mayor durabilidad que el mortero convencional.
Permeabilidad	Es la característica de dejar filtrar aire o agua. Los morteros trabajables y uniformes, pueden hacer que la mampostería sea más resistente a la permeabilidad, al agua. Debido a las características de los morteros estos son casi impermeables.	El mortero con adición de CBC presenta un incremento de la impermeabilidad por la reducción de grietas en el fraguado.
Reacción al fuego	La Reacción ante el Fuego clasifica los materiales en cinco tipos, M0, M1, M2, M3 y M4. Los morteros son clasificados en la clase menos peligrosa M0 que indica que un material no es combustible ante la acción térmica.	La reacción al fuego del mortero con CBC es igual a la del mortero convencional.
Densidad	La densidad del mortero dependerá fundamentalmente de sus componentes, También es determinante la granulometría y volumen que éstos ocupen en su dosificación. La densidad del mortero tradicional que fue utilizado como muestra de referencia es de 1.200 g/cm ²	La densidad del mortero con adición CBC es menor que la del mortero convencional. En la adición del 10% de CBC se obtuvo una densidad de 1.140 g/cm ² y la en la adición del 15% de CBC se obtuvo una densidad de 1.120 g/cm ²
Textura	La textura fina o rugosa en el mortero, dependerá de la granulometría de la arena, las marcas y alisado de superficie serán mayores o menores.	La textura del mortero con CBC al igual que la del mortero convencional dependerá de la granulometría de la arena.

Gráfico No. 72. Cuadro comparativo de las propiedades del mortero convencional y el mortero con CBC. Fuente: Elaborada por los autores de este análisis de caso. [17, agosto, 2018].

3.6. Ficha técnica del Mortero con CBC.

Ficha Técnica Mortero con CBC


Descripción

El mortero con ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBC) es un producto ideal para elaborar trabajos de albañilería bien hechos y más durables. Se compone de cemento, arena, CBC entre 10% y 15% en sustitución parcial del cemento y agua.

Aplicaciones

Este producto es ideal para realizar trabajos de albañilería relacionados con la construcción y elaboración de elementos de mampostería –no estructurales-, tales como:

- Enlucido de paredes.
- Juntas (mampostería de ladrillo o bloque liviano).
- Pegado de piedras para la elaboración de muros.
- Elaboración de rellenos para dar pendiente (entortados).
- Pavimentos peatonales.
- Base para empedrados (de uso arquitectónico).
- Acabados finos tipo estuco.



Beneficios

- Fácil trabajabilidad en las mezclas y debido a la retención de agua, la mezcla en estado fresco aguanta más, ya que presenta buena plasticidad y cohesividad.
- Menor costo en relación con el mortero convencional de cemento y arena.
- Mayor resistencia que la del mortero convencional.
- Contribuye con la disminución de gases de efecto invernadero.

Recomendaciones






-  **Preparar**
Sólo la cantidad de mezcla necesaria para trabajar un máximo de 1 1/2 horas.
-  **Utilizar**
Arena y agua limpias y sin aceites, ni materia orgánica, tierra y arcilla.
-  **Controlar**
La cantidad de agua necesaria para lograr la trabajabilidad deseada.
-  **Mezclar**
El tiempo suficiente para obtener una mezcla uniforme; de preferencia usar mezclado mecánico.
-  **Humedecer**
Los elementos de alta absorción de agua, como ladrillos y bloques .Humedecer las paredes cuando se utilice para aplanados.

Gráfico No. 73. Ficha técnica del mortero con CBC.

Fuente: Elaborada por los autores de este análisis de caso. [17, agosto, 2018].

Proporción

Aplicaciones	Saco de cemento	Saco de CBC	Bote de arena 16 L
Trabajos de mampostería (como elaboración de muros a base de piedra)	0.90 - 0.85	0.10 - 0.15	9 - 11
Pegado de elementos prefabricados tales como bloques, ladrillos y para la elaboración de rellenos para dar pendiente (entortados).	0.90 - 0.85	0.10 - 0.15	7 - 9
Enlucido de paredes y acabado fino (tipo estuco). **	0.90 - 0.85	0.10 - 0.15	6 - 8
Bases para empedrados y pavimentos peatonales.	0.90 - 0.85	0.10 - 0.15	4 - 6

La cantidad de arena sugerida dependerá de la calidad de la misma

** Se deberá utilizar marmolina de grano fino o grueso, dependiendo del acabado y texturas deseados.

Agregar la cantidad de agua necesaria para lograr la consistencia deseada de acuerdo a la aplicación del mortero. La cantidad de agua requerida se verá afectada por la limpieza y granulometría de la arena, así como por la humedad de ésta

Para el transporte de Sacos

- Revisar que las plataformas o tarimas no tengan clavos o materiales que puedan dañar los sacos.
- Vigilar que las uñas del montacargas no dañen las tarimas o los sacos.
- Para asegurar la carga de los sacos, utilizar cinchos o bandas y cuando se utilicen cuerdas se deben colocar protecciones

Para el almacenamiento de Sacos

- Almacenar los sacos en lugares secos y cubiertos.
- Evitar tiempos de almacenamiento prolongados (mayor de 60 días).
- Colocar los sacos sobre tarimas.
- Permitir la circulación del viento, que los sacos no hagan contacto con el piso ni paredes laterales.
- Evitar el uso de tarimas rotas o con clavos.
- Utilizar el mortero cronológicamente, primero los sacos que tienen más tiempo almacenados.
- Mantener el producto protegido de la humedad y colocarlo sobre superficies limpias.



Mortero con CBC

Gráfico No. 74. Ficha técnica del mortero con CBC.

Fuente: Elaborada por los autores de este análisis de caso. [17, agosto, 2018].

3.7. Proceso de elaboración del mortero con 10% de CBC, cemento Portland y arena realizados en LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS ORLANDO MORA, en el Cantón Portoviejo, Provincia de Manabí, República del Ecuador.

En los ensayos realizados para obtener la resistencia a compresión del mortero convencional y del mortero con 10% de CBC, se procedió a secar la ceniza de bagazo de caña de azúcar en el horno a una temperatura de 110°C, para posterior a esto colar el material mediante el tamiz N° 200, cuyas aberturas son de 0,075 mm. Después de obtener el material tamizado se procede a pesar cada uno de los materiales que conforman la mezcla, pesando el cemento Portland 561gramos, la arena 1872 gramos, la ceniza 62,4 gramos y utilizando 600 ml de agua. Dando como resultado de resistencia a la compresión de 113,80 Kg/cm², lo que equivale a 11,16 Mpa.



Gráfico No. 75. Recolección de la ceniza de bagazo de caña de azúcar en la fábrica de alcohol etílico en el sitio Bonce, Cantón Santa Ana, Provincia de Manabí, República del Ecuador.

Fuente: Fotografía Realizada por uno de los autores de este análisis de caso. [22, mayo, 2018].



Gráfico No. 76. Colocación de la ceniza de bagazo de caña de azúcar en el horno de laboratorio, para eliminar la humedad existente en el material. Cantón Portoviejo, Provincia de Manabí, República del Ecuador.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS ORLANDO MORA.

Fuente: Fotografía Realizada por los autores de este análisis de caso. [06, junio, 2018].



Gráfico No. 77. Tamizado de la ceniza de bagazo de caña de azúcar para obtener el pasante del tamiz # 200, en el Cantón Portoviejo, Provincia de Manabí, República del Ecuador.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS ORLANDO MORA.

Fuente: Fotografía Realizada por los autores de este análisis de caso. [06, junio, 2018].



Gráfico No. 78. Tamizado de la ceniza de bagazo de caña de azúcar para obtener el pasante del tamiz # 200, en el Cantón Portoviejo, Provincia de Manabí, República del Ecuador. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS ORLANDO MORA.
Fuente: Fotografía Realizada por los autores de este análisis de caso. [06, junio, 2018].



Gráfico No. 79. Ceniza de bagazo de caña de azúcar tamizada, en el Cantón Portoviejo, Provincia de Manabí, República del Ecuador. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS ORLANDO MORA.
Fuente: Fotografía Realizada por los autores de este análisis de caso. [06, junio, 2018].



Gráfico No. 80. Pesaje de la ceniza de bagazo de caña de previo a la elaboración de la mezcla de la ceniza de bagazo de caña de azúcar, cemento, arena y agua obtenida en el Cantón Portoviejo, Provincia de Manabí, República del Ecuador. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS ORLANDO MORA.
Fuente: Fotografía Realizada por uno de los autores de este análisis de caso. [07, junio, 2018].



Gráfico No. 81. Pesaje del cemento previo a la elaboración de la mezcla de la ceniza de bagazo de caña de azúcar, cemento, arena y agua obtenida en el Cantón Portoviejo, Provincia de Manabí, República del Ecuador. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS ORLANDO MORA.
Fuente: Fotografía Realizada por uno de los autores de este análisis de caso. [07, junio, 2018].



Gráfico No. 82. Pesaje de la arena previo a la elaboración de la mezcla de la ceniza de bagazo de caña de azúcar, cemento, arena y agua obtenida en el Cantón Portoviejo, Provincia de Manabí, República del Ecuador.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS ORLANDO MORA.
Fuente: Fotografía Realizada por uno de los autores de este análisis de caso. [07, junio, 2018].



Gráfico No. 83. Unión de la ceniza de bagazo de caña de azúcar, cemento y arena obtenida en el Cantón Portoviejo, Provincia de Manabí, República del Ecuador.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS ORLANDO MORA.
Fuente: Fotografía Realizada por uno de los autores de este análisis de caso. [07, junio, 2018].



Gráfico No. 84. Colocación de 300 ml de agua en la probeta previo a la elaboración de ceniza de bagazo de caña de azúcar, cemento, arena y agua obtenida en el Cantón Portoviejo, Provincia de Manabí, República del Ecuador. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS ORLANDO MORA.
Fuente: Fotografía Realizada por uno de los autores de este análisis de caso. [07, junio, 2018].



Gráfico No. 85. Vertido de agua para realizar la mezcla de la ceniza de bagazo de caña de azúcar, cemento y arena obtenida en el Cantón Portoviejo, Provincia de Manabí, República del Ecuador. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS ORLANDO MORA.
Fuente: Fotografía Realizada por auxiliar de uno de los autores de este análisis de caso. [07, junio, 2018].



Gráfico No. 86. Mezcla de ceniza de bagazo de caña de azúcar, cemento, arena y agua obtenida en el Cantón Portoviejo, Provincia de Manabí, República del Ecuador.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS ORLANDO MORA.

Fuente: Fotografía Realizada por uno de los autores de este análisis de caso. [07, junio, 2018].



Gráfico No. 87. Vertido de la mezcla de mortero en los moldes previo al fraguado del mortero obtenido en el Cantón Portoviejo, Provincia de Manabí, República del Ecuador.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS ORLANDO MORA.

Fuente: Fotografía Realizada por uno de los autores de este análisis de caso. [07, junio, 2018].



Gráfico No. 88. Enrasado del mortero con la varilla para posteriormente limpiar el exceso de mortero obtenido en el Cantón Portoviejo, Provincia de Manabí, República del Ecuador.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS ORLANDO MORA.
Fuente: Fotografía Realizada por uno de los autores de este análisis de caso. [07, junio, 2018].



Gráfico No. 89. Enrasado del mortero con la varilla para posteriormente limpiar el exceso de mortero obtenido en el Cantón Portoviejo, Provincia de Manabí, República del Ecuador.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS ORLANDO MORA.
Fuente: Fotografía Realizada por uno de los autores de este análisis de caso. [07, junio, 2018].



Gráfico No. 90. Limpieza del exceso de mortero obtenido en el Cantón Portoviejo, Provincia de Manabí, República del Ecuador. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS ORLANDO MORA.
Fuente: Fotografía Realizada por uno de los autores de este análisis de caso. [07, junio, 2018].



Gráfico No. 91. Cubos de mortero de cemento, ceniza de bagazo de caña de azúcar y arena, en el Cantón Portoviejo, Provincia de Manabí, República del Ecuador.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS ORLANDO MORA.
Fuente: Fotografía Realizada por uno de los autores de este análisis de caso. [08, junio, 2018].



Gráfico No. 92. Muestras de mortero de cemento, ceniza de bagazo de caña de azúcar y arena, en el Cantón Portoviejo, Provincia de Manabí, República del Ecuador.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS ORLANDO MORA.
Fuente: Fotografía Realizada por uno de los autores de este análisis de caso. [20, junio, 2018].



Gráfico No. 93. Comprobación de la resistencia a compresión de mortero de cemento, ceniza de bagazo de caña de azúcar y arena, en el Cantón Portoviejo, Provincia de Manabí, República del Ecuador.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS ORLANDO MORA.
Fuente: Fotografía Realizada por uno de los autores de este análisis de caso. [21, junio, 2018].

3.8. Conclusión.

Llevado a cabo todos los procesos que conforman este análisis y después de varias pruebas realizadas en el laboratorio de mecánica de suelos, hormigones y asfaltos para determinar la calidad del mortero con el aditamento del 10% y 15% de CBC en sustitución parcial del cemento y contraponiéndolo con el mortero convencional de cemento y arena. Se pudo evidenciar de manera muy particular que se mejora la calidad del mortero, de igual manera se obtiene un ahorro económico, beneficios ambientales y también sociales puesto que se genera una nueva actividad económica para la recolección de la ceniza. Esto nos lleva a tomar conciencia ambiental sobre la contaminación generada por las grandes industrias y las posibilidades que existen para contrarrestarla, realizando las investigaciones pertinentes sobre residuos que puedan ser implementados en la construcción y a la vez que puedan sustituir de manera parcial o total al cemento. La solución está en buscar lo que ya tenemos y que ahora consideramos basura.

BIBLIOGRAFÍA.

1. Aldana, J., y Serpell, A. (2012). Temas y tendencias sobre residuos de construcción y demolición: un metaanálisis. [En línea]. Consultado: [06, abril, 2018]. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rconst/v11n2/art02.pdf>
2. Hernández, J. (2011). Comportamiento mecánico y físico del mortero a base de CBCA como árido en aplanados en muros. [En línea]. Consultado: [06, mayo, 2018]. Disponible en: <https://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/30602/1/HdzJaen.pdf>
3. Giraldo, C., Vidal, D., López, C., Torres, J., y González, L. (2012). Ceniza de bagazo de caña como aditivo al cemento Portland para la fabricación de elementos de construcción. [En línea]. Consultado: [06, mayo, 2018]. Disponible en: <https://search.proquest.com/openview/1c41fb2cfb3b26a0ac9e8cf563cf5000/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2035751>
4. Vidal, D., Torres, J., y González, L. (2014). CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA PARA ELABORACIÓN DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN: ESTUDIO PRELIMINAR. [En línea]. Consultado: [06, mayo, 2018]. Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/momento/article/view/45539/46924>
5. Hernández, U. (2011). Comportamiento mecánico y físico del mortero a base de CBCA como árido en aplanados en muros. [En línea]. Consultado: [06, mayo, 2018]. Disponible en: <https://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/30602/1/HdzJaen.pdf>
6. Barceló, C. (2012). Vivienda saludable: un espacio de salud pública. [En línea]. Consultado: [03, abril, 2018]. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/hie/v50n2/hie01212.pdf>

7. Reyes, D., y Cornejo, Y. (2014). ESTADO DEL ARTE DE LA CONSTRUCCION CON MATERIAL RECICLABLE. [En línea]. Consultado: [09, abril, 2018]. Disponible en: <http://metadirectorio.org/bitstream/10983/2025/1/Construcci%C3%B3n-con-material-reciclable.pdf>
8. Díaz, P. (2017). Evolución en los materiales de construcción: vivienda. [En línea]. Consultado: [09, abril, 2018]. Disponible en: <https://centrourbano.com/2017/04/05/evolucion-los-materiales-construccion-vivienda/>
9. Jarre, C., Howland J., Guerrero, M., Salomón, B. (2017). Impacto de la utilización de puzolanas naturales ecuatorianas. [En línea]. Consultado: [09, abril, 2018]. Disponible en: <http://revistas.utm.edu.ec/index.php/Riemat/article/view/931/827>
10. Tobón, J. (2017). Cemento para mampostería, un mayor rendimiento en obra. [blog 360° en concreto]. [En línea]. Consultado: [09, abril, 2018]. Disponible en: <http://blog.360gradosenconcreto.com/cemento-mamposteria-mayor-rendimiento-obra/>
11. Giraldo, C., Vidal D., Martínez C., Torres, J., y González L. (2012). Ceniza de bagazo de caña como aditivo al cemento Portland para la fabricación de elementos de construcción. [En línea]. Consultado: [09, abril, 2018]. Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/38566/1/41468-187407-2-PB.pdf>
12. Domínguez, L. Á., & Soria, F. J. (2004). Pautas de diseño para una arquitectura sostenible. Barcelona: Edicions UPC.
13. Consejo de Educación Superior de la República del Ecuador (CES). (2013). Reglamento de Régimen Académico. San Francisco de Quito, República del Ecuador: Consejo de Educación Superior de la República del Ecuador.

14. Instituto Oceanográfico de la Armada del Ecuador (2012). Capítulo I: Información General de la República del Ecuador. [En línea]. Consultado: [10, abril, 2018]. Disponible en: https://www.inocar.mil.ec/docs/derrotero/derrotero_cap_I.pdf
15. Gobierno Provincial de Manabí (2016). Datos Geográficos. República del Ecuador. [En línea]. Consultado: [10, abril, 2018]. Disponible en: <http://www.manabi.gob.ec/datos-manabi/datos-geograficos>
16. Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Portoviejo. Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Portoviejo (PDOT). (2011). República del Ecuador.
17. Álvarez, J., Martín, A., y García P. (1995). 52. Historia de los morteros. *revista ph*, (13).
18. Sánchez, F. (2002). Historia, caracterización y restauración de morteros. [En línea]. Consultado: [06, mayo, 2018]. Disponible en: [https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=lokp-mGpGwoC&oi=fnd&pg=PA9&dq=Uno+de+los+materiales+b%3%A1sicos+de+construcci%C3%B3n+asumido+por+los+romanos+fue+la+cal.+En+relaci%C3%B3n+con+este+tema+G%C3%A1rate+\(1993\)+nos+comenta%3B+%E2%80%9Caunque+la+cal+tuvo+un+profuso+empleo+con+anterioridad+a+los+romanos,+podemos+afirmar+que+fue+la+civilizaci%C3%B3n+roma&ots=aEZRbXbJ6M&sig=-VsHm5j5x4eY-14J5jkFmtK6v0I#v=onepage&q=Uno%20de%20los%20materiales%20b%C3%A1sicos%20de%20construcci%C3%B3n%20asumido%20por%20los%20romanos%20fue%20la%20cal.%20En%20relaci%C3%B3n%20con%20este%20tema%20G%C3%A1rate%20\(1993\)%20nos%20comenta%3B%20%E2%80%9Caunque%20la%20cal%20tuvo%20un%20profuso%20empleo%20con%20anterioridad%20a%20los%20romanos%20C%20podemos%20afirmar%20que%20fue%20la%20civilizaci%C3%B3n%20roma&f=false](https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=lokp-mGpGwoC&oi=fnd&pg=PA9&dq=Uno+de+los+materiales+b%3%A1sicos+de+construcci%C3%B3n+asumido+por+los+romanos+fue+la+cal.+En+relaci%C3%B3n+con+este+tema+G%C3%A1rate+(1993)+nos+comenta%3B+%E2%80%9Caunque+la+cal+tuvo+un+profuso+empleo+con+anterioridad+a+los+romanos,+podemos+afirmar+que+fue+la+civilizaci%C3%B3n+roma&ots=aEZRbXbJ6M&sig=-VsHm5j5x4eY-14J5jkFmtK6v0I#v=onepage&q=Uno%20de%20los%20materiales%20b%C3%A1sicos%20de%20construcci%C3%B3n%20asumido%20por%20los%20romanos%20fue%20la%20cal.%20En%20relaci%C3%B3n%20con%20este%20tema%20G%C3%A1rate%20(1993)%20nos%20comenta%3B%20%E2%80%9Caunque%20la%20cal%20tuvo%20un%20profuso%20empleo%20con%20anterioridad%20a%20los%20romanos%20C%20podemos%20afirmar%20que%20fue%20la%20civilizaci%C3%B3n%20roma&f=false)

19. Terán, S. (2016). Análisis de la competitividad de la industria cementera ecuatoriana considerando las variaciones económicas del país durante el periodo 2011-2015. [En línea]. Consultado: [06, mayo, 2018]. Disponible en:
<http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/16829/1/CD-7408.pdf>
20. Promateriales (2013). Cementos y Morteros: El alma de la Arquitectura. No. 65. [En línea]. Consultado: [06, mayo, 2018]. Disponible en: <https://promateriales.com/pdf/PM65-08.pdf>
21. Rodríguez, J. (2014). Ceniza de bagazo de caña: efecto puzolánico en morteros de cemento. [En línea]. Consultado: [06, mayo, 2018]. Disponible en:
<http://ri.uaq.mx/bitstream/123456789/5270/1/RI001501.pdf>
22. Martirena, J., Betancourt, S., Middendorf, S., Rubio, A., Martínez, L., Machado, I., M., y González R. (2000). Propiedades puzolánicas de desechos de la industria azucarera (primera parte). [En línea]. Consultado: [06, mayo, 2018]. Disponible en:
<http://materconstrucc.revistas.csic.es/index.php/materconstrucc/article/view/392/438>
23. Hernández, U. (2011). Comportamiento mecánico y físico del mortero a base de CBCA como árido en aplanados en muros. [En línea]. Consultado: [06, mayo, 2018]. Disponible en: <https://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/30602/1/HdzJaen.pdf>
24. Real Academia Española. (2017). Ecuador. [En línea]. Consultado: [15, abril, 2018] Disponible en: <http://dle.rae.es/?id=8DZEKoj>
25. Idem.
26. Real Academia Española. (2017). Ecuador. [En línea]. Consultado: [15, abril, 2018] Disponible en: <http://dle.rae.es/?id=7E5tpxx>
27. Idem.

28. Gomá, F. (1979). El cemento portland y otros aglomerantes. [En línea]. Consultado: [27, abril, 2018]. Disponible en:
https://books.google.es/books?hl=es&lr=lang_es&id=XDTMOk4Ggd0C&oi=fnd&pg=PA2&dq=cemento+portland&ots=qK4TzMDd9S&sig=83y6gv_3JrYDo0KKcTQPb0A5jYQ#v=onepage&q=cemento%20portland&f=false
29. Calleja, J. (1983). Adiciones y cementos con adiciones. [En línea]. Consultado: [16, abril, 2018]. Disponible en:
<http://materconstrucc.revistas.csic.es/index.php/materconstrucc/article/viewFile/969/1029>
30. Calleja, J. (1983). Adiciones y cementos con adiciones. [En línea]. Consultado: [16, abril, 2018]. Disponible en:
<http://materconstrucc.revistas.csic.es/index.php/materconstrucc/article/viewFile/969/1029>
31. Alavedra, P., Domínguez, J., Engrácia, G., y Serra, J. (1997). La construcción sostenible. El estado de la cuestión. [En línea]. Consultado: [16, abril, 2018]. Disponible en:
<http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/view/936/1018>
32. Hurtado, I. (2015). Concepto de Sustentabilidad. [En línea]. Consultado: [16, abril, 2018]. Disponible en:
<http://roa.uveg.edu.mx/repositorio/postgrado2015/60/Conceptodesustentabilidad.pdf>
33. Andrade, J. (2016). Caracterización de la vivienda ecológica como una alternativa innovadora para minimizar el impacto ambiental. Acercamiento a los casos de éxito en Colombia entre los años 2000 y 2015. [En línea]. Consultado: [27, abril, 2018]. Disponible en:

<https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/15244/3/AndradeColmenaresJulioEnrique2016.pdf>

34. Vaca, R. (2015). Propiedades físicas relacionadas con la calidad del suelo. [En línea]. Consultado: [16, abril, 2018]. Disponible en:
<http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/34428>
35. Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española (2016). [En línea]. Consultado: [16, abril, 2018]. Disponible en: <http://dle.rae.es/?id=P9Hobgp>
36. Paredes, J., Valverde, Y., y Escurra, B. (2004). Morteros: (Unión de agua + conglomerante + árido fino).
37. Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española (2016). [En línea]. Consultado: [16, abril, 2018]. Disponible en: <http://dle.rae.es/srv/search?m=30&w=enlucido>
38. El territorio (2014). Apuntan a desarrollar ladrillos con cenizas de las azucareras. [En línea]. Consultado: [16, abril, 2018]. Disponible en:
<http://www.elterritorio.com.ar/apuntan-a-desarrollar-ladrillos-con-cenizas-de-las-azucareras-0691659140107405-et>
39. La Gaceta (2008) Fabrican ladrillos con las cenizas de los ingenios. [En línea]. Consultado: [04, junio, 2018]. Disponible en: <https://www.lagaceta.com.ar/nota/272870/rural/fabrican-ladrillos-cenizas-ingenios.html>
40. Maleka, K. (2013). Principios de la arquitectura popular griega. En Construcción con tierra. Patrimonio y vivienda. X CIATTI. Congreso de Arquitectura de Tierra en Cuenca de Campos 2013. [En línea]. Consultado: [04 de junio del 2018] disponible en:
<http://www5.uva.es/grupotierra/publicaciones/digital/libro2014/065-072-maleka.pdf>

41. Fresno, M. (2016). Técnica Greb. [Construcción Ecológico + Rehabilitación Artesanal + Abellugu]. Arquiteutu Tecnicu Na Rede. [En línea]. Consultado: [05, junio, 2018]. Disponible en: <https://arquiteututecnicu.com/2016/03/29/tecnica-greb/>
42. López, A. (2010). La técnica Greb, una ingeniosa alternativa para la autoconstrucción con balas de paja. [Blog sobre Bioconstrucción y cooperativismo – construcción con paja y revocos de arcilla]. Bioconstrucción – Casas de paja – Construcción sana y sostenible. [En línea]. Consultado: [05, junio, 2018]. Disponible en: <http://casadepaja.es/la-tecnica-greb-una-ingeniosa-alternativa-para-la-autoconstruccion-con-balas-de-paja/>
43. Cedeño, G. (2015). Análisis comparativo de sistemas constructivos aplicados en viviendas de la ciudad de Guayaquil. [En línea]. Consultado: [08, mayo, 2018]. Disponible en: <http://repositorio.uees.edu.ec/bitstream/123456789/419/1/Tesis.pdf>
44. Amendaño, G. (2016). Proceso Constructivo de 36 Casas Modelo Orquídeas de 4 Dormitorios con El Sistema De Panelización Walltech en la Urbanización Ecocity en la Ciudad De Guayaquil. [En línea]. Consultado: [08, mayo, 2018]. Disponible en: http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/15261/1/AMENDA%C3%91O_GINGER_T_RABAJO_TITULACI%C3%92N_GENERALES_INGENIER%C3%8CA_DICIEMBRE_2016.pdf
45. Alava, M. (2011). Readecuación de la casa de García Moreno. [En línea]. Consultado: [05, junio, 2018]. Disponible en: <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/624/1/UDLA-EC-TARI-2011-17.pdf>

46. García, L., y Zambrano, L. (2018). La quincha en la vivienda vernácula del sitio Los Palmares Cantón 24 de mayo. Provincia de Manabí; República del Ecuador. [En línea]. Consultado: [05, junio, 2018]. Disponible en:
<http://repositorio.sangregorio.edu.ec/bitstream/123456789/511/1/ARQ-C2018-07.pdf>
47. Asamblea Nacional Constituyente. Constitución Política de la República del Ecuador. (2008). República del Ecuador: Corporación de Estudios y Publicaciones.
48. Idem.
49. Asamblea Nacional (2016). Ley de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión del Suelo. República del Ecuador. [En línea]. Consultado: [06, mayo, 2018]. Disponible en:
<http://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/09/Proyecto-de-ley-Ordenamiento-territorial-y-uso-gestion-del-suelo.pdf>
50. Secretaría Nacional del Planificación y Desarrollo de la República del Ecuador (SEMPADES), Plan Nacional del Buen Vivir (2013). República del Ecuador. [En línea]. Consultado: [01, mayo, 2018]. Disponible en:
<http://documentos.senplades.gob.ec/Plan%20Nacional%20Buen%20Vivir%202013-2017.pdf>
51. Secretaría de Gestión de Riesgos, Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Oficina de Ayuda Humanitaria y Protección Civil de la Comisión Europea (2016). Guía para viviendas de hasta 2 pisos con luces de hasta 5 metros. [En línea]. Consultado: [06, mayo, 2018]. Disponible en:
<http://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/10/GUIA-1-VIVIENDAS-DE-HASTA-2-PISOS.pdf>

52. Colegio Nacional de Arquitectos de la República del Ecuador (2013). Código de Ética Profesional de los Arquitectos del Ecuador. [En línea]. Consultado: [02, mayo, 2018]. Disponible en: <http://www.cae.org.ec/wp-content/uploads/2017/07/C%C3%93DIGO-DE-%C3%89TICA-PROFESIONAL.pdf>
53. Ídem.
54. Ídem.
55. Colegio Nacional de Arquitectos de la República del Ecuador (2013). Código de Ética Profesional de los Arquitectos del Ecuador. [En línea]. Consultado: [02, mayo, 2018]. Disponible en: <http://www.cae.org.ec/wp-content/uploads/2017/07/C%C3%93DIGO-DE-%C3%89TICA-PROFESIONAL.pdf>
56. El Misionero (2013). Caña de azúcar: Cultivo para la sostenibilidad ecuatoriana. [En línea]. Consultado: [24, junio, 2018]. Disponible en: <http://www.uagraria.edu.ec/publicaciones/462.PDF>
57. Salazar, D., Cuichán, M., Ballesteros, C., Márquez J., Orbe, D. (2017). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua. [En línea]. Consultado: [24, junio, 2018]. disponible en: http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac_2017/Informe_Ejecutivo_ESPAC_2017.pdf
58. El telégrafo (2016). Prometeo realiza estudio sobre la caña de azúcar para potenciar su producción. [En línea]. Consultado: [25, junio, 2018]. Disponible en: <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/507/1/prometeo-realiza-estudio-sobre-la-cana-de-azucar-para-potenciar-su-produccion>

59. Centro de investigación de la caña de azúcar del Ecuador. (2017). Veinte Años. [En línea]. Consultado: [25, junio, 2018]. Disponible en: <http://cincae.org/veinte-anos/>
60. Salazar, M., Sánchez, M., y Aucatoma, B. (2009). Uso de cachaza descompuesta y porcentaje de sustitución de fertilización química en un lote del ingenio Valdez. [En línea]. Consultado: [25, junio, 2018]. Disponible en: <https://cincae.org/wp-content/uploads/2013/07/Informe-Valdez-CACHAZA.pdf>
61. Camargo, P., Pereira, A., Akasaki, J., Fioriti, C., Payá, J., y Pinheiro, J. (2014). Rendimiento de morteros producidos con la incorporación de ceniza de bagazo de caña de azúcar. [En línea]. Consultado: [25, junio, 2018] disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732014000200005
62. Alvarado, J., Andrade, J., y Hernández, N. (2016). Estudio del empleo de cenizas producidas en ingenios azucareros como sustituto parcial del cemento portland en el diseño de mezclas de concreto. [En línea]. Consultado: [25, junio, 2018]. Disponible en: <http://ri.ues.edu.sv/14162/1/50108276.pdf>
63. Instituto Espacial Ecuatoriano. (2012). Generación de geoinformación para la gestión del territorio a nivel nacional escala 1:25000. [En línea]. Consultado: [25, Junio, 2018]. Disponible en: http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PDOT/ZONA4/NIVEL_DEL_PDOT_CANTONAL/MANABI/PORTOVIEJO/EE/MEMORIAS_TECNICAS/mt_portoviejo_socioeconomico.pdf

64. Instituto Espacial Ecuatoriano. (2012). Memoria técnica: Generación de geoinformación para la gestión del territorio a nivel nacional escala 1:25000. [En línea]. Consultado: [25, Junio, 2018]. Disponible en:
http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PDOT/ZONA4/NIVEL_DEL_PDOT_CANTONAL/MANABI/PORTOVIEJO/EE/MEMORIAS_TECNICAS/mt_portoviejo_socioeconomico.pdf
65. Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC). (2014). Mampostería estructural. San Francisco de Quito, República del Ecuador.

ANEXOS.



Gráfico No. 94. Visita a la fábrica de alcohol etílico del sitio Bonce, Cantón Santa Ana, Provincia de Manabí, República del Ecuador.

Fuente: Fotografía Realizada por uno de los autores de este análisis de caso. [22, mayo, 2018].



Gráfico No. 95. Visita a la fábrica de alcohol etílico del sitio Bonce, Cantón Santa Ana, Provincia de Manabí, República del Ecuador.

Fuente: Fotografía Realizada por un ayudante de los autores de este análisis de caso. [22, mayo, 2018].



Gráfico No. 96. Visita a la urbanización Ecocity en el Cantón Guayaquil, Provincia de Guayas, República del Ecuador.

Fuente: Fotografía Realizada por uno de los autores de este análisis de caso. [14, mayo, 2018].



Gráfico No. 97. Visita a la urbanización Ecocity en el Cantón Guayaquil, Provincia de Guayas, República del Ecuador.

Fuente: Fotografía Realizada por uno de los autores de este análisis de caso. [14, mayo, 2018].



Gráfico No. 98. Visita a plantaciones de caña de azúcar del Cantón Junín, Provincia de Manabí, República del Ecuador.

Fuente: Fotografía Realizada por uno de los autores de este análisis de caso. [26, mayo, 2018].



Gráfico No. 99. Visita a locales de venta de aguardiente en el Cantón Junín, Provincia de Manabí, República del Ecuador.

Fuente: Fotografía Realizada por uno de los autores de este análisis de caso. [26, mayo, 2018].



Gráfico No. 100. Visita a locales de venta de aguardiente en el Cantón Junín, Provincia de Manabí, República del Ecuador.

Fuente: Fotografía Realizada por uno de los autores de este análisis de caso. [26, mayo, 2018].



Gráfico No. 101. Visita a locales de venta de aguardiente en el Cantón Junín, Provincia de Manabí, República del Ecuador.

Fuente: Fotografía Realizada por uno de los autores de este análisis de caso. [26, mayo, 2018].



Gráfico No. 102. Encuestas realizadas en el Cantón Portoviejo, Provincia de Manabí, República del Ecuador.
Fuente: Fotografía Realizada por uno de los autores de este análisis de caso. [29, mayo, 2018].



Gráfico No. 103. Encuestas realizadas en el Cantón Portoviejo, Provincia de Manabí, República del Ecuador.
Fuente: Fotografía Realizada por uno de los autores de este análisis de caso. [29, mayo, 2018].

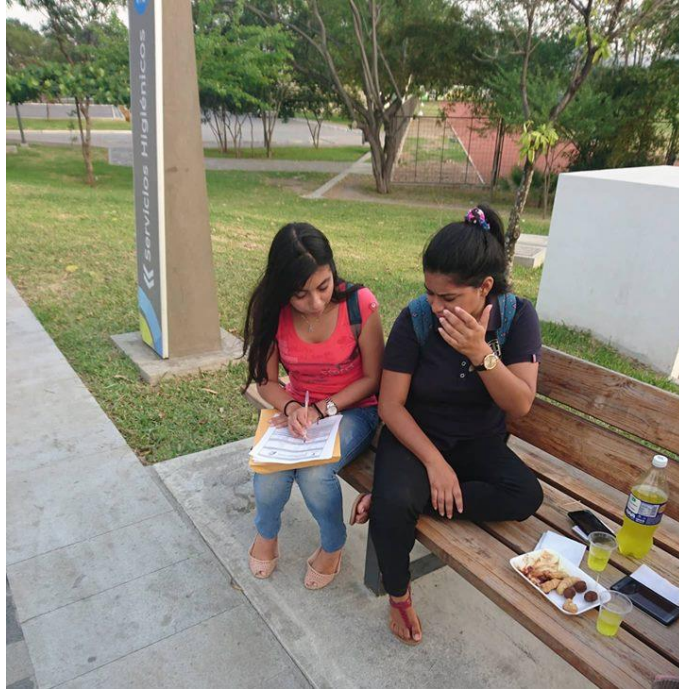


Gráfico No. 104. Encuestas realizadas en el Cantón Portoviejo, Provincia de Manabí, República del Ecuador.
Fuente: Fotografía Realizada por uno de los autores de este análisis de caso. [29, mayo, 2018].



Gráfico No. 105. Visita a la Compañía Azucarera Valdez en el Cantón Milagro, Provincia de Guayas, República del Ecuador.
Fuente: Fotografía Realizada por uno de los autores de este análisis de caso. [14, mayo, 2018].



Gráfico No. 106. Visita a la casa de García Moreno en el Distrito Metropolitano de Quito, Provincia de Pichincha, República del Ecuador.
Fuente: Fotografía Realizada por un ayudante de los autores de este análisis de caso. [31, mayo, 2018].



Gráfico No. 107. Entrevista realizada al arquitecto William Palma en el Cantón Portoviejo, Provincia de Manabí, República del Ecuador.
Fuente: Fotografía Realizada por uno de los autores de este análisis de caso. [20, junio, 2018].