



**UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ
EXTENCION CHONE**

CARRERA: INGENIERIA CIVIL

**TRABAJO DE TITULACION, MODALIDAD PROYECTO DE
INVESTIGACION**

TEMA: MATERIALES DE CONSTRUCCION ALTERNATIVOS

**TITULO: “LADRILLO ECOLÓGICO EN LA CONSTRUCCION DE
VIVIENDA ECONOMICA EN EL CANTON CHONE.”**

AUTORES:

**ZAMBRANO BRAVO GIPSON DANIEL
ZAMBRANO MOREIRA MAURO FABRICIO**

TUTOR:

ING. JOEL PINARGOTE, PhD

CHONE – MANABI – ECUADOR

2018

CERTIFICACIÓN

Dr. Joel A. Pinargote Jiménez, PhD, Docente de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, Extensión Chone en calidad de Tutor.

CERTIFICO:

Que el presente TRABAJO DE TITULACIÓN: “**LADRILLO ECOLÓGICO EN LA CONSTRUCCION DE VIVIENDA ECONOMICA EN EL CANTON CHONE**”, ha sido exhaustivamente revisada en varias sesiones de trabajo y se encuentra lista para su presentación.

Las opiniones y conceptos vertidos en este proyecto son fruto del trabajo, perseverancia y originalidad de sus autores: **ZAMBRANO BRAVO GIPSON DANIEL y ZAMBRANO MOREIRA MAURO FABRICIO**, el mismo que es de su exclusiva responsabilidad.

Chone, Febrero del 2018

Ing. Joel A. Pinargote Jiménez. PhD
TUTOR

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

La responsabilidad de las opiniones, investigaciones, resultados, conclusiones y recomendaciones presentados en este Trabajo de Titulación, es exclusividad de sus autores.

Chone, Febrero del 2018

AUTORES:

Zambrano Bravo Gipsón Daniel

Zambrano Moreira Mauro Fabricio

UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ EXTENSIÓN CHONE

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el trabajo de titulación, sobre el tema: **“LADRILLO ECOLÓGICO EN LA CONSTRUCCION DE VIVIENDA ECONOMICA EN EL CANTON CHONE”**, elaborado por los egresados: **ZAMBRANO BRAVO GIPSON DANIEL y ZAMBRANO MOREIRA MAURO FABRICIO** de la Carrera de Ingeniería Civil.

Chone, Febrero del 2018

El Tribunal de Grado está compuesto de los siguientes miembros:

Ing. Odilón Schnabel Delgado

DECANO

Ing. Joel A. Pinargote Jiménez. PhD

TUTOR

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

SECRETARIA

DEDICATORIA

Dedico esta tesis:

A Dios, porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar.

A mis padres, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento. Depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento en mi inteligencia y capacidad. Es por ello que soy lo que soy ahora. En especial a mi madre que a pesar de los obstáculos de la vida me sigue fortaleciendo día a día te amo mama.

A mi novia, que desde que la conocí y llego a mi vida ha estado a mi lado apoyándome con ese amor que nos fortalece.

Zambrano Bravo Gipson Daniel

DEDICATORIA

La concepción de esta investigación está dedicada:

A Dios, porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar.

A mis padres, pilares fundamentales en mi vida. Sin ellos, jamás hubiese podido conseguir lo que hasta ahora. Su tenacidad y lucha insaciable han hecho de ellos el gran ejemplo a seguir y destacar, no solo para mí, sino para mis hermanos y familia en general.

Zambrano Moreira Mauro Fabricio

AGRADECIMIENTOS

Esta tesis es el resultado del esfuerzo conjunto de todos los que formamos el grupo de trabajo. Por esto agradezco a todos quienes, a lo largo de este tiempo han puesto a prueba sus capacidades y conocimientos en el desarrollo de esta tesis la cual ha finalizado llenando todas nuestras expectativas.

A Dios que es el motor espiritual que nos impulsa a seguir adelante y no desfallecer en el camino al éxito, cumpliendo los objetivos con sabiduría y fuerza de voluntad.

A los padres quienes a lo largo de toda nuestra vida han apoyado y motivado nuestra formación académica, creyeron en todo momento y no dudaron de nuestras habilidades.

A profesores a quienes les debemos gran parte de nuestros conocimientos, gracias a su paciencia y enseñanza.

A nuestro tutor Ing. Joel Pinargote q nos ha apoyado en el transcurso de esta tesis y nuestra carrera.

Un eterno agradecimiento a esta prestigiosa **universidad**, institución que nos ha dado la oportunidad de capacitarnos, y en la cual nos estamos formando para ser excelentes profesionales en el futuro.

Zambrano Bravo Gipson Daniel

Zambrano Moreira Mauro Fabricio

INDICE	PAG
Portada	i
Certificación del tutor	ii
Declaración de autoría	iii
certificacion del tribunal.....	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimientos	vii
Introduccion	1
Objeto de investigación o de estudio.....	6
Campo de estudio.....	6
Hipótesis de la investigación.....	6
Objetivo General.....	7
 CAPÍTULO I.....	 8
1. El Ladrillo.....	8
1.1 El Ladrillo ecológico.....	12
1.1.1 Tipos de ladrillos Ecológicos.....	12
1.1.2 Ventajas del Ladrillo Ecológico.....	13
1.1.3 Desventajas de los Ladrillos Ecológicos.....	15
1.2 Viviendas a bajo costo.....	16
1.3 Situación de vivienda en el Ecuador desde los 70.....	17
1.4 Análisis cuantitativo y cualitativo de la vivienda desde los 70.....	19
1.5 La concepción de viviendas ambientales de bajo costo	23
 CAPÍTULO II.....	 25
2. Diagnóstico.....	25
2.1 Generalidades	25
2.1.1 Datos generales del cantón Chone	25
2.2 Acceso de la población a vivienda déficit habitacional cuantitativo	27
2.3 Déficit habitacional cualitativo.....	28
2.4 Análisis e interpretación de resultados.....	29
2.4.1 Resultados de la encuesta dirigida a maestros de la construcción del Cantón Chone.....	29

2.5	Análisis de la entrevista al Director del MDUVI de Chone.	39
2.6	Resultados de la encuesta dirigida a potenciales usuarios de viviendas de bajo costo Cantón Chone.	40
2.7	Comprobación de hipótesis.	47
2.8	Conclusiones previas.	48
CAPÍTULO III.....		49
3.	PROPUESTA	49
3.1	Título de la Propuesta	49
3.2	Objetivo del trabajo	49
3.3	Cobertura	49
3.5	Análisis de la situación actual.....	50
3.6	Materiales.....	52
3.7	Modulación.....	53
4.	Referencias Bibliograficas.	60

INTRODUCCION

Desde el origen del hombre hasta la actualidad, la vivienda ha ido experimentando una evolución formal, funcional y programática paralela a la evolución del ser humano, que se ha ido desarrollando en el tiempo y se ha interpretado en las diferentes culturas.

La vivienda como tal, ha pasado por muchas etapas. Desde la cueva del humano primitivo, pasando por la casa romana, la casa medieval, la casa del renacimiento, la vivienda a partir de la ilustración, la vivienda del movimiento moderno, y así llegamos hasta la vivienda contemporánea.

La dificultad para acceder a una vivienda por parte de grandes colectivos sociales es un problema que han venido agravándose los últimos años en muchos países de América Latina.

Ya en el Roma clásica, la especulación era una práctica común y extendida entre las clases dominantes como una forma de expropiación sobre la plebe de las ciudades. Sin embargo, no es lo habitual entre las familias ecuatorianas ya que gracias a las políticas de vivienda de los últimos años se tiene planes agresivos de dotación viviendas económicas a la población, pero en ocasiones sacrificando el medio ambiente.

Como respuesta a los problemas de contaminación del medio ambiente surge la arquitectura sustentable (también conocida como arquitectura sostenible, arquitectura verde, eco arquitectura ambientalmente consciente), la cual es un modo de concebir el diseño arquitectónico de manera sostenible, buscando optimizar los recursos naturales de tal modo que minimicen el impacto ambiental de los edificios sobre el medio ambiente y sus habitantes.

La arquitectura ecológica es una nueva forma de construcción que utiliza recursos que provee el medio y materiales locales, aprovecha los beneficios que ofrece la

naturaleza para ser integrados en el diseño armonioso de la estructura, considera la eficacia y moderación en el uso de materiales de construcción (primando los de bajo contenido energético frente a los de alto contenido energético), utiliza fuentes de energía renovables e implica la creación de una atmosfera interior saludable que controle ruidos y emisiones toxicas.

La industria de la construcción consume el 50% de todos los recursos mundiales, convirtiéndose así en la actividad menos sustentable del planeta. Es por eso que este tipo de arquitectura incorpora materiales los cuales reducen el uso de energía para crear materiales nuevos, como por ejemplo los ladrillos ecológicos anteriormente después de su subutilización, se convierte en un desperdicio que tarda mucho tiempo en degradarse, lo que genera una contaminación visual, vectores como: malos olores, lixiviados y procreación de lugar para insectos y gusanos, también, contaminan las aguas subterráneas, ocasionando impactos negativos para el medio ambiente, debido al tiempo de descomposición y al volumen de espacio que ocupan en el lugar del proceso, hasta que se determine el uso que deban darle, y desde el punto de vista económica se tienen pérdidas de tiempo y dinero en su desalojo mencionado.

Los ladrillos ecológicos constituyen insumos potenciales para el desarrollo y mejora en la calidad de los elementos de construcción de viviendas, en especial para las familias de escasos recursos económicos, empleando tecnologías y materiales que disminuyan al impacto ambiental, ya que para su fabricación se requiere de un gasto mínimo de energía (necesita tan solo una temperatura de cocción de 60° C), se reduce en un 85% las emisiones de gases de efecto invernadero, y otros son secados al ambiente, por tanto se reduce las emisiones de gases de dióxido de carbono a la atmosfera, consumo de materia prima que requieren los elementos de construcción convencionales de procesamiento sencillo, mejores aislantes del frio y del calor exterior, consumen menos energía, son más económicos, más ligeros y manejables para el trabajador, agilizando el tiempo de construcción y disminuyendo el gasto de materiales. Además, el coste medio ambiental y el sostenible y ecológico, a fin de colaborar a la preservación y uso racional de los recursos naturales.

Los ladrillos tradicionales cocidos como materiales de construcción datan de hace más de 5000 años (Brick Development Association, 2009a). Estos han permitido la construcción de edificios duraderos y confortables. Los Romanos, grandes innovadores de la arquitectura, ya utilizaban en sus construcciones los ladrillos cocidos y antes de estos los adobes tradicionales ya que eran buenos conocedores de sus buenas propiedades haciendo gran uso de este tipo de materiales durante toda su historia. A finales del siglo XX, los ladrillos cocidos fueron usados generalmente en estructuras de media y baja altura, como revestimiento en muros de hormigón, pilares de acero y en tabiquería interna no portante.

España tiene una larga historia en la fabricación y utilización de piezas cerámicas y en particular de ladrillos cocidos. El sector cerámico español es el mayor productor europeo de este material para la construcción, con más de 30 millones de toneladas anuales. En la actualidad, existen más de 200 empresas que se dedican a la producción de materiales cerámicos. La variabilidad de ladrillos cocidos que existe hoy en día en nuestro mercado es inmensa, existiendo ladrillos para cualquier tipo de aplicación (Asociación Española de Fabricantes de Ladrillos y Tejas de Arcilla Cocida).

La industria ladrillera tiene un gran consumo de energía, aproximadamente 4,06 billones kWh equivalentes de gas natural al año (CERAM, 2009). Los hornos cerámicos utilizados en este tipo de industria consumen una gran cantidad de combustibles fósiles, lo cual origina un enorme gasto energético y la liberación a la atmosfera de gases de efecto invernadero. Durante el proceso de cocción muchos gases nocivos (incluyendo gases carbónicos, hidrogenados y fluorados) y diferentes partículas son liberadas desde los hornos cerámicos (US EPA, 2003). Estas emisiones son desde hace varios años una de las mayores preocupaciones ambientales del sector.

En Chone, existen en su alrededor numerosas familias que se dedican a la fabricación de ladrillo artesanal cocido provocando una gran contaminación al quemar gran cantidad de leña, lo que provoca una fuerte cantidad de CO₂ que se libera a la atmosfera.

Con el fin de realizar mejoras significativas en el proceso de producción y reducir el gran aporte de energía necesario para la fabricación de ladrillos puzolánicos, numerosos estudios están desarrollando la incorporación de diferentes residuos en los ladrillos con el fin de disminuir el aporte de arcilla y la posibilidad de reducir las temperaturas de cocción (Boardman, 2004, Kjarstad y Johnson, 2007, Rajgor, 2007, Carter, 2008).

La reciente aparición de nuevos sistemas de generación eléctrica como las centrales térmicas alimentadas por biomasa, lleva consigo la aparición de nuevos residuos procedentes de su actividad.

Respecto al tipo de suelo empleado para la elaboración de los ladrillos ecológicos, la marga gris, presenta propiedades físicas poco adecuadas para su utilización en ingeniería civil como alta plasticidad, mala trabajabilidad, baja permeabilidad, inestabilidad volumétrica así como bajas propiedades mecánicas (Guney et al., 2007; Lin et al., 2007; Göktepe et al., 2008). La estructura de las arcillas se compone básicamente de láminas con carga superficial negativa. La adición a este tipo de suelos de cal produce la floculación de las láminas de arcilla. Esto produce una estructura interna abierta entre las mismas por repulsión electrostática. Esto produce la adhesión de las partículas de arcilla en flóculos (las láminas de arcilla se ven enlazadas ahora por los iones Ca^{2+}), dando lugar a un suelo con propiedades ingenieriles mejoradas: una estructura más granular, menor plasticidad y mayor permeabilidad (Kinuthia et al., 1999; Lin et al., 2007). Además la presencia de los iones OH^- , provenientes de la hidratación de los óxidos de la cal, aumenta el pH hasta valores aproximados de 12,4. En estas condiciones se producen las reacciones puzolánicas, consistentes en que el Si y el Al que forman parte de la matriz arcillosa se solubilizan y se combinan con el Ca^{2+} disponible, dando lugar a compuestos cementantes denominados Hidróxidos de Calcio-Silicatos (CSH) e Hidróxidos de Calcio-Aluminatos (CAH) (Nalbantoglu, 2004; Guney et al., 2007; Yong y Ouhadi, 2007; Chen y Lin, 2009). Estos compuestos son los responsables de la mejora de las propiedades mecánicas del suelo, que van aumentando en el tiempo a medida que las

reacciones puzolánicas se van desarrollando, incluso durante varios años según algunos autores (Wild et al., 1998).

En aquellos suelos en los que no se encuentran disponibles suficientes cantidades de Si y Al para producirse las reacciones puzolánicas, estos iones deben ser incorporados con el aditivo. Las mejoras de las capacidades mecánicas conseguidas en cada caso dependerán de la cantidad y riqueza del aditivo, la mineralogía del suelo, el tamaño y la forma de las partículas y las condiciones de curado (Misra et al., 2005; Yarbasi et al., 2007; Göktepe et al., 2008).

El empleo de residuos con capacidad puzolánica procedentes de la combustión de materiales, como las cenizas de combustión de residuos vegetales (Behak y Pérez, 2008), y su aplicación en la fabricación de ladrillos puzolánicos ecológicos, así como la propia elaboración de los mismos, no se encuentra recogida dentro de normativa española, aunque la bibliografía citada permite suponer que su empleo permita alcanzar los parámetros resistentes mínimos exigidos en la normativa actual vigente sobre piezas para fábrica de albañilería. (Oti et al, 2008a., Oti et al, 2008b., Oti et al, 2008c., UNE EN 772-1; UNE 67028 EX).

Por otro lado, también se está considerando el empleo de aditivos en forma de fibras vegetales o animales en el proceso de elaboración de los ladrillos puzolánicos. Cabe destacar que la adición de fibras vegetales, garantizan la disminución de las grietas, limitan la contracción de la pieza, aligeran los ladrillos y disminuyen el tiempo de curado (Galín-Marín, 2010 Bouhicha et al, 2005).

Además de todo lo anteriormente comentado, merece la pena mencionar el impacto medioambiental que no se generaría elaborado ladrillos puzolánicos ecológicos en frío. Algunas fuentes independientes (Oti et al 2009), indican que la fabricación tradicional de ladrillos cocidos tiene un coste energético de 4186,8 MJ por cada tonelada de ladrillos producidos con una temperatura de cocción entre 900 y 1200°C. Además, el proceso de cocción libera a la atmosfera alrededor de 202kg de CO₂/tonelada (BDA, 2008). Por otro lado, los sistemas tradicionales de elaboración de adobes con secado al sol, empleados en regiones muy secas

como los países musulmanes, tienen un coste energético de 525,6 MJ/Tm y unas emisiones de CO₂ de 25,1 kg/Tm (Morton, 2008). Este reducido coste energético se debe principalmente a una elaboración muy tradicional, localizada en las zonas más pobres de dicha regiones y con gran cantidad de mano de obra barata. La elaboración de este tipo de la ladrillos necesita una maquinaria con muy poco gasto energético, con lo que diversos estudios han promulgado que el coste energético de la fabricación de ladrillos puzolánicos en frío se sitúa en 657,1 Mj/Tm y unas emisiones totales de 40,95kg/Tm de CO₂. Estas cifras, hacen que este nuevo producto sea 7 veces más ecológico y respetuoso con el medioambiente que los ladrillos tradicionales cocidos y además, la incorporación en el proceso de fabricación de residuos como los utilizados en este trabajo, aumentan de manera exponencial sostenible.

Por antes mencionado los autores de esta investigación se proponen el siguiente problema científico.

“Como contribuir a la construcción de viviendas de bajo costo en el cantón Chone”

Objeto de investigación o de estudio. El proceso de construcción de vivienda económica.

Campo de estudio. La incorporación de ladrillos ecológicos en viviendas económicas.

Hipótesis de la investigación. Si se incorpora el ladrillo ecológico en la construcción, se consigue bajar los costos de las viviendas y reducir el impacto ambiental.

Objetivo General.

Incorporar el ladrillo ecológico en la construcción para bajar los costos y reducir el impacto ambiental.

Para dar solución al problema a partir de la hipótesis se formularon las siguientes tareas:

1. Realizar un análisis histórico sobre el uso de ladrillos ecológicos en la construcción.
2. Valoración de los aspectos teóricos de los materiales de bajo costo y ecológicos en la construcción.
3. Análisis de la situación actual de las construcciones a bajo costo en el cantón Chone.
4. Realizar una propuesta de incorporación de ladrillos ecológicos en las construcciones de viviendas de bajo costo en el cantón Chone.

El presente trabajo de investigación consta de tres capítulos:

En el primer capítulo se realiza un estudio del arte de la vivienda y los materiales de construcción a través de la historia.

En el segundo capítulo se realiza un diagnóstico de la problemática de la vivienda y materiales de construcción amigables con el medio ambiente.

En el tercer capítulo se propone una propuesta.

CAPÍTULO I

1. El Ladrillo

Es el material de construcción más antiguo fabricado por el hombre. Los primeros ladrillos se fabricaron en Oriente Medio hace más de 6000 años utilizándose un método primitivo, todavía vigente en cabañas de adobe de África y centro y sur de América. Se fabricaban allí donde se disponía de arcilla pieza de cerámica de forma ortoédrica (de paralelepípedo) y de poco grosor, formada a partir de arcilla amasada, conformada, secada y cocida, que se utiliza para construir muros, pavimentos.

Los ladrillos tradicionales cocidos como material de construcción datan de hace más de 5000 años (Brick Development Association, 2009). Éstos han permitido la construcción de edificios duraderos y confortables. Los Romanos, grandes innovadores de la arquitectura, ya utilizaban en sus construcciones los ladrillos cocidos y antes de estos los adobes tradicionales ya que eran buenos conocedores de sus buenas propiedades haciendo gran uso de este tipo de materiales durante toda su historia. A finales del siglo XX, los ladrillos cocidos fueron usados generalmente en estructuras de media y baja altura, como revestimiento en muros de hormigón, pilares de acero y en tabiquería interna no portante.

España tiene una larga historia en la fabricación y utilización de piezas cerámicas y en particular de ladrillos cocidos. El sector cerámico español es el mayor productor europeo de este material para la construcción, con más de 30 millones de toneladas anuales. En la actualidad, existen más de 200 empresas que se dedican a la producción de materiales cerámicos. La variabilidad de ladrillos cocidos que existe hoy en día en nuestro mercado es inmensa, existiendo ladrillos para cualquier tipo de aplicación (Asociación Española de Fabricantes de Ladrillos y Tejas de Arcilla Cocida).

La industria ladrillera tiene un gran consumo de energía, aproximadamente 4,06 billones kWh equivalentes de gas natural al año (CERAM, 2009). Los hornos cerámicos utilizados en este tipo de industria consumen una gran cantidad de combustibles fósiles, lo cual origina un enorme gasto energético y la liberación a la atmósfera de gases de efecto invernadero. Durante el proceso de cocción muchos gases nocivos (incluyendo gases carbónicos, hidrogenados y fluorados) y diferentes partículas son liberadas desde los hornos cerámicos (US EPA, 2003). Estas emisiones son desde hace varios años una de las mayores preocupaciones ambientales del sector.

Con el fin de realizar mejoras significativas en el proceso de producción y reducir el gran aporte de energía necesario para la fabricación de ladrillos puzolánicos, numerosos estudios están desarrollando la incorporación de diferentes residuos en los ladrillos con el fin de disminuir el aporte de arcilla y la posibilidad de reducir las temperaturas de cocción (Boardman, 2004, Kjarstad y Jonsson, 2007, Rajgor, 2007 y Carter, 2008)

Respecto al tipo de suelo empleado para la elaboración de los ladrillos ecológicos, la marga gris, presenta propiedades físicas poco adecuadas para su utilización en ingeniería civil como alta plasticidad, mala trabajabilidad, baja permeabilidad, inestabilidad volumétrica así como bajas propiedades mecánicas (Guney et al., 2007; Lin et al., 2007; Göktepe et al., 2008). La estructura de las arcillas se compone básicamente de láminas con carga superficial negativa. La adición a este tipo de suelos de cal produce la floculación de las láminas de arcilla. Esto produce una estructura interna abierta entre las mismas por repulsión electrostática. Con la adición de cal se produce la fijación de los iones Ca^{2+} , de forma que se equilibran las cargas electrostáticas de las capas de arcilla y se reducen las fuerzas electroquímicas de repulsión entre las mismas. Esto produce la adhesión de las partículas de arcilla en flóculos (las láminas de arcilla se ven enlazadas ahora por los iones Ca^{2+}), dando lugar a un suelo con propiedades ingenieriles mejoradas: una estructura más granular, menor plasticidad y mayor permeabilidad (Kinuthia et al., 1999; Lin et al., 2007).

Además, la presencia de los iones OH⁻, provenientes de la hidratación de los óxidos de la cal, aumentan el pH hasta valores aproximados de 12,4. En estas condiciones se producen las reacciones puzolánicas, consistentes en que el Si y el Al que forman parte de la matriz arcillosa se solubilizan y se combinan con el Ca²⁺ disponible, dando lugar a compuestos cementantes denominados Hidróxidos de Calcio-Silicatos (CSH) e Hidróxidos de Calcio-Aluminatos (CAH) (Nalbantoglu, 2004; Guney et al., 2007; Yong y Ouhadi, 2007; Chen y Lin, 2009).

La reciente aparición de nuevos sistemas de generación eléctrica como las centrales térmicas alimentadas por biomasa, lleva consigo la aparición de nuevos residuos procedentes de su actividad. La biomasa, tras su calcinación en el horno, produce cenizas y escorias con unas características químicas diferentes a las cenizas de carbón. Sin embargo, algunas de las cenizas producidas en centrales alimentadas por biomasa, entre su variada composición química tiene un alto contenido en sílice amorfa. Este mineral es conocido por ser uno de los minerales que interviene en las reacciones de cementación y por lo tanto son susceptibles de desarrollar actividad puzolánica si se combinan con el aditivo alcalino activador adecuado (Behak y Pérez, 2008).

Las propiedades mecánicas del suelo, que van aumentando en el tiempo a medida que las reacciones puzolánicas se van desarrollando, incluso durante varios años según algunos autores (Wild et al., 1998).

En aquellos suelos en los que no se encuentran disponibles suficientes cantidades de Si y Al para producirse las reacciones puzolánicas, estos iones deben ser incorporados con el aditivo. La mejora de las capacidades mecánicas conseguidas en cada caso dependerán de la cantidad y riqueza del aditivo, la mineralogía del suelo, el tamaño y la forma de las partículas y las condiciones de curado (Misra et al., 2005; Yarbasi et al., 2007; Göktepe et al., 2008).

El empleo de residuos con capacidad puzolánica procedentes de la combustión de materiales, como las cenizas de combustión de residuos vegetales (Behak y Pérez, 2008), y su aplicación en la fabricación de ladrillos puzolánicos ecológicos,

así como la propia elaboración de los mismos, no se encuentran recogidas dentro de normativa española, aunque la bibliografía citada permite suponer que su empleo permitirá alcanzar los parámetros resistentes mínimos exigidos en la normativa actual vigente sobre piezas para fábrica de albañilería. (Oti et al, 2008a., Oti et al, 2008b., Oti et al, 2008c.; UNE EN 772-1; UNE 67028 EX).

Por otro lado, también se está considerando el empleo de aditivos en forma de fibras vegetales o animales en el proceso de elaboración de los ladrillos puzolánicos. Cabe destacar que la adición de fibras vegetales, garantizan la disminución de las grietas, limitan la contracción de la pieza, aligeran los ladrillos y disminuyen el tiempo de curado (Galín-Marín, 2010; Bouhicha et al, 2005)

Además de todo lo anteriormente comentado, merece la pena mencionar el impacto medioambiental que no se generaría elaborando ladrillos puzolánicos ecológicos en frío. Algunas fuentes independientes (Oti et al 2009), indican que la fabricación tradicional de ladrillos cocidos tiene un coste energético de 4186,8 MJ por cada tonelada de ladrillos producidos con una temperatura de cocción entre 900 y 1200°C. Además, el proceso de cocción libera a la atmósfera alrededor de 202 kg de CO₂/tonelada (BDA, 2008). Por otro lado, los sistemas tradicionales de elaboración de adobes con secado al sol, empleados en regiones muy secas como los países musulmanes, tienen un coste energético de 525,6 MJ/Tm y unas emisiones de CO₂ de 25,1 kg/Tm (Morton, 2008). Este reducido coste energético se debe principalmente a una elaboración muy tradicional, localizada en las zonas más pobres de dichas regiones y con gran cantidad de mano de obra barata. La elaboración de este tipo de ladrillos necesita una maquinaria con muy poco gasto energético, con lo que diversos estudios han promulgado que el coste energético de la fabricación de ladrillos puzolánicos en frío se sitúa en 657,1 Mj/Tm y unas emisiones totales de 40,95 kg/Tm de CO₂. Estas cifras, hacen que este nuevo producto sea 7 veces más ecológico y respetuoso con el medioambiente que los ladrillos tradicionales cocidos y además, la incorporación en el proceso de fabricación de residuos como los utilizados en este trabajo, aumentan de manera exponencial su sostenibilidad y contribuyen enormemente a la lucha contra el calentamiento global de la tierra.

1.1 El Ladrillo ecológico.

Los ladrillos ecológicos son ladrillos contruidos con materiales que no degradan el medio ambiente y cuya fabricación también es respetuosa con éste, frente a los ladrillos habituales cuya fabricación y materiales no es tan inocua.

Los ladrillos ecológicos tienen cualidades similares a los tradicionalmente utilizados para la construcción de las casas. Por tanto, su uso no se deriva en pérdida de calidad puesto que, como la mayoría de productos ecológicos, sufren más pruebas de su viabilidad que los tradicionales. La bioconstrucción no está en absoluto reñida con una casa confortable, bonita y segura.

La idea surge en 1999 cuando el ingeniero civil ya jubilado Henry Liu, trabajaba en una de las centrales térmicas de donde unos 45 millones de toneladas de ceniza acababan en la basura cada año. Y así surgió, con el fin de evitar el impacto ambiental de estos desechos. Por esta buena idea, Liu ha recibido el apoyo de la Fundación Nacional para la Ciencia (NSF) de Estados Unidos y en 2007 logró el premio de los mejores inventos del año de la revista Popular Science.

En la actualidad, Liu preside la empresa Freight Pipeline, que trata de que sus ladrillos ecológicos, a los que ha llamado "Fly-Ash Brick", se extiendan por todo el mundo

1.1.1 Tipos de ladrillos Ecológicos.

Diferenciaremos los ladrillos ecológicos por los materiales con que están contruidos ya que existen varias propuestas (en vía o ya en marcha) de ladrillos con diferentes componentes:

- **Cenizas de carbón:** Esta fue una idea de un ingeniero civil, Henry Liu, en 1999, con un doble beneficio ecológico. Con este material los ladrillos se

obtienen a 212 grados en 10 horas y se aprovechan los 45 millones de toneladas de residuos del mismo que generan las centrales térmicas de carbón.

- **Cáñamo y paja:** Este ladrillo ecológico ya ha sido usado por empresas españolas. Pese a la aparente fragilidad de los materiales su dureza es semejante a los convencionales. Cuentan con la desventaja de ser más caros pero aíslan muy bien de la temperatura exterior. Ello supone un ahorro del gasto de energía en calefacción y aire acondicionado, por lo que se amortiza pronto su precio.
- **Plástico usado y cáscaras de cacahuete:** Los ladrillos ecológicos de este material son una creación del Centro Experimental de la Vivienda Económica de Argentina quien asegura que son duros, aislantes ligeros y económicos. Además de producir un ahorro energético posibilitan un reciclaje de residuos para su producción.

1.1.2 Ventajas del Ladrillo Ecológico.

Este ladrillo posee muchísimas ventajas las cuales se describen a continuación:

1. Es 100% ecológico, en su proceso de fabricación, su endurecimiento es por prensado, fraguado y no por cocción; no se usan contaminantes, ni se produce emisión de gases que generalmente es producida por los hornos en los que se cuece el ladrillo tradicional, proceso que consiste en 40 días en el horno con los costos que se implican, La fabricación del ladrillo ecológico solo dura alrededor de 7 días en proceso de fraguado, lo cual permite ahorrar tiempo de fabricación y costos operacionales, significa que un ladrillo ecológico es entre un 25 – 40 % más económico que un ladrillo tradicional.

2. ES SISMORESISTENTE, en su concepción, este tipo de ladrillo permite en el proceso de construcción la fundición de mini columnas cada metro de distancia

desde los cimientos hasta la viga de amarre, lo cual hace una construcción sumamente sólida, capaz de soportar eventos sísmicos de importancia.

3. Es térmico y acústico, el secreto de la construcción con ladrillos ecológicos, consiste en “casar” los huecos, lo cual permite que haya transferencia de ventilación a través de los tubos que se forman, conservando el calor en climas fríos y de igual manera sirven para disipar el calor en climas cálidos. Los sonidos son disipados eficazmente por los mismos tubos de ventilación.

4. Es económico, una vivienda construida con ladrillos ecológicos, es entre un 30 – 40 % más económica que cualquier otro tipo de construcción en virtud de que el ladrillo ecológico se fabrica con una concepción arquitectónica tanto externa como internamente, por lo que no es necesario “pañetar” o “revocar” sino que puede estucarse y darse acabados directamente sobre las paredes, en el proceso de construcción no se usa la mezcla tradicional de pegado entre ladrillos, no hay “dilataciones innecesarias” lo cual significa también un ahorro sustancial en consumo de materiales, y junto con razones que se expresan posteriormente, hacen que una vivienda construida con este tipo de ladrillo sea mucho más económica que una vivienda construida con materiales tradicionales.

5. Adicionalmente los “tubos” creados entre el ladrillo, permiten la inserción de tuberías, lo que significa que no hay necesidad de “regatear” o romper paredes, lo que significa que el proceso de instalación de la fontanería y electricidad es simultáneo, logrando un ahorro sustancial de tiempo entre el proceso de construcción y acabado de la vivienda así construida.

6. Es liviano, los huecos en el ladrillo, hacen construcciones entre un 30 – 40 % más livianas que la construcción con ladrillos tradicionales. Un ladrillo tradicional pesa alrededor de 9 libras, mientras que un ladrillo ecológico pesa alrededor de 4 libras.

7. Es sustentable, El ladrillo ecológico es un ladrillo prensado con aproximadamente 6 toneladas de presión, además como ya se expuso uno de sus

componentes es el cemento portland, el que se deja fraguando durante una semana aproximadamente, adicionalmente se fabrica y entrega medio ladrillo para el entrapado en los muros en una proporción de 30%, lo cual evita que haya pérdidas en la construcción.

8. Es arquitectónico. Como ya se han expuesto muchos de los beneficios del ladrillo ecológico, exponiendo suficientemente que es un ladrillo concebido para dejar a la vista, también se plantea añadir colorantes que buscando con ello, que se levanten muros prácticamente con los acabados incluidos. **9. CONSTRUYE FACIL,** una construcción con ladrillo ecológico es mucho más rápida que una con construcción tradicional, ya que se “apilan” los ladrillos velozmente aplicando entre ellos un “pegante” especial, teniendo por supuesto los cuidados de línea, plomado y “case” de los huecos entre ladrillos. Con una pequeña inducción, una persona sin conocimientos previos, podrá por sí misma realizar la construcción, ahorrando también en mano de obra.

9. Menor perjuicio para la naturaleza, ya que su fabricación requiere menos energía y residuos, así como el reciclaje de otros materiales de desecho.

10. Son mejores aislantes del frío y del calor exterior, con lo que se gasta menos energía en el hogar.

11. Los materiales de los ladrillos ecológicos hacen que éstos sean más ligeros y manejables para el trabajador agilizando el tiempo de construcción.

1.1.3 Desventajas de los Ladrillos Ecológicos.

La desventaja de los ladrillos ecológicos es que están empezando a entrar en el mercado y en algunas zonas aún no se consiguen y hay que pedirlos.

También tienen otra desventaja derivada de lo nuevo de este producto y es que, de momento, no existen variedades decorativas como los convencionales para decorar fachadas, muros, jardines, etc.

1.2 Viviendas a bajo costo.

Ante situaciones imprevistas donde la naturaleza nos sorprende con su fuerza destructiva como lo ocasionado por el terremoto del 16 de abril de 2016 en el Ecuador, y luego de analizar los daños en su magnitud y forma, un grupo multidisciplinario de técnicos de la construcción, se unen para proponer la mejor alternativa de las nuevas viviendas que se construirán para los ecuatorianos que lo han perdido todo, viviendas que deberán poseer los mejores estándares de calidad y estabilidad y bajo costo. Y por supuesto el ladrillo ecológico esta entre esos materiales de construcción.

De acuerdo con las cifras de la CEPAL, en América Latina viven 252 millones de personas en condiciones de pobreza, 72 millones de las cuales viven en condiciones de pobreza extrema¹. Estas cifras permiten dimensionar la magnitud de los problemas que enfrenta la región y, en consecuencia, el esfuerzo requerido por parte de los gobiernos para mejorar las condiciones de vida de sus habitantes. (Chirivi E, 2011).

El mismo autor sostiene que uno de los principales retos que enfrentan los gobiernos en América Latina está relacionado con el déficit de vivienda.

De acuerdo con los datos más recientes disponibles, se necesitan construir en 22,7 millones de viviendas en la región para satisfacer las necesidades habitacionales de igual número de familias. Sin embargo, este problema requiere no solo la construcción de ese número de viviendas, adicionalmente necesita que se planteen mecanismos eficaces para enfrentar los problemas asociados a la adquisición y sostenimiento de una vivienda que enfrentan los hogares más pobres.

El tránsito de las políticas de vivienda desde un estado interventor hacia un estado facilitador, ha permitido que en América Latina se estructuren una amplia gama de mecanismos para atender las necesidades habitacionales de la

población. En esta sección del *Informe Económico* se describen las principales características de los modelos e instrumentos de política de vivienda en varios países de América Latina para aliviar su problema habitacional. El estudio centra su atención en tres aspectos: el funcionamiento del esquema de adquisición a partir del subsidio de vivienda, el sistema de crédito hipotecario y las medidas tendientes a fomentar la oferta de vivienda en cada país.

1.3 Situación de vivienda en el Ecuador desde los 70.

El análisis de la situación de la vivienda en el Ecuador durante varias décadas permitirá evidenciar los resultados de los enfoques aplicados en los distintos gobiernos, avances y aspectos en los que hay que seguir trabajando. El conocimiento del estado del problema permitirá una mejor producción de las políticas de vivienda a nivel nacional.

Es necesario considerar el tema como parte de la construcción de las ciudades desde una perspectiva de justicia, superar la práctica de enfrentar la pobreza como consecuencia, sin trabajar en las causas que la provocan. Por lo tanto, abordaremos la vivienda desde el enfoque de justicia, lo que significa reconocer que las sociedades están construidas en base a inequidades generadas por relaciones de poder, concentración de recursos (suelo, capitales), inequidad en la distribución de los ingresos y de las oportunidades (educación, salud, empleo) entre personas, familias y territorios.

El análisis de la problemática de la vivienda considera la tenencia segura, privacidad, amplitud de los espacios, accesibilidad, seguridad, estabilidad, riesgos, materiales, cantidad y calidad. Existe una serie de variables que develan la situación de la vivienda en el país, las mismas que son importantes para el diseño e implementación de políticas de vivienda y asentamientos sostenibles. Nosotros retomamos las más relevantes para el análisis, que permitirá un adecuado diagnóstico de la situación de vivienda en el país:

- Déficit cuantitativo: número de hogares que no poseen vivienda

- Tipos de vivienda: casa o villa, departamentos, cuartos en casa de inquilinato, mediagua, rancho, covacha, choza
- Ubicación geográfica: urbano, rural
- Análisis de la calidad de la vivienda: materiales: materiales del piso; techo; muros. Análisis del armazón o estructura: hormigón armado, hierro, mampostería, madera, otros materiales de calidad inferior.
- Condiciones de ocupación de la vivienda: ocupadas con persona presentes, ocupadas con personas ausentes, desocupadas, en construcción.
- Adecuado acceso de servicios básicos: agua para el consumo seguro, sistema de eliminación de excretas, baño y cocina, electricidad.
- Sistemas de recolección de basura, teléfono, Internet, servicios comunitarios.
- Tenencia segura: propia, arrendada, en anticresis, gratuita, por servicios. Y, acceso a tierra o suelo para la vivienda. Sin embargo para una mayor profundización se recomienda se considere los siguientes aspectos, que por razones de enfoque se consideran importantes, pero no prioritarios para el estudio:
 - Hacinamiento: número de hogares que viven en hacinamiento crítico
 - Propiedad: número de hogares con lote propio para construir
 - Ubicación: zona de alto riesgo: número de hogares que viven en zonas de alto riesgo para ubicar

- Demanda: número de hogares nuevos
- Asentamientos tugurios: asentamientos establecidos en forma ilegal
- Asentamientos semi consolidados
- Asentamientos consolidados deteriorados son viviendas que presentan legalidad en la tenencia, pero están en malas condiciones.
- Accesibilidad: existencia de vías de comunicación adecuadas y suficientes. Y, Disponibilidad de servicios de transporte público según distancia a los sitios de empleo y servicios (educación, salud, recreación)
- Acceso a mercados de financiamiento: público y privado

La mayoría de la población del Ecuador realiza su gestión habitacional en el marco de la producción informal de vivienda, al igual que generan sus ingresos, no solo se construye vivienda por autogestión, sino que construye progresivamente el asentamiento, cuyas condiciones no son las mejores.

En ocasiones la población de bajos ingresos adquiere vivienda pre elaborada, a través de proveedores de la construcción, ligados a constructores privados, proyectos de ONG's y fundaciones. Un menor número de familias de este segmento de la población accede a través de constructores calificados a través de programas del Estado (MIDUVI). (Acosta M.2009)

1.4 Análisis cuantitativo y cualitativo de la vivienda desde los 70.

El balance sobre la situación de la vivienda en el país, lo abordamos comparativamente en base a los datos de los censos realizados por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos del país, tomamos aspectos que consideramos importantes para el análisis y que permitirán un mejor acercamiento al tema.

A nivel nacional se observa un incremento tanto del número de habitantes y viviendas desde los años 70. En 1974 se contaba con un total de 1'3739.345 viviendas particulares y colectivas, al 2001 se triplicó la cifra de viviendas llegando a ser 3'456.103. El área urbana y rural experimentó la misma tendencia al crecimiento, sin embargo, en el área urbana al 2001 se duplicó el número de vivienda. (Acosta M.2009)

En los países en vías de desarrollo se experimenta un crecimiento demográfico, que está causando presión en la infraestructura existente, que afecta al transporte, vialidad, calidad del agua, recolección de desechos y a la salud pública (Cerón y col., 2013).

Las ciudades ecuatorianas no se escapan de esta tendencia, pues tienen un alto índice de crecimiento, que se extiende en unos casos a través de invasiones en sectores próximos a las grandes ciudades o en zonas críticas e inestables (Paz Jácome y Ulloa López, 2006).

Para permitir dimensionar la situación de habitabilidad se suelen utilizar varios indicadores que capturan distintos matices del problema habitacional: infraestructura, servicios básicos, calidad de la vivienda y la densidad ocupacional. Considerando esto, Larrea (2010) determinó que el déficit habitacional en el Ecuador, desde la década de los ochenta ha disminuido de un 83% a un de 64%, en la actualidad. A pesar de esta notable mejora, se distingue que en el área urbana la mitad de las viviendas son adecuadas, es decir: tienen agua, alcantarillado, electricidad de la red pública, recolección de basura, paredes y pisos adecuados, servicio higiénico exclusivo y menos de tres personas por cuarto.

La disminución del déficit de vivienda, por tanto, se traduce en la posibilidad de construir viviendas que reúnan criterios de habitabilidad, o en otras palabras, se debe construir viviendas que reúnan características adecuadas de confort. Según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), el déficit habitacional en el

Ecuador es de más 1,4 millones de viviendas, y se estima que se necesitan más de 50.000 viviendas al año para cubrir el crecimiento poblacional (1,2%) y 150.000 para superar el déficit cualitativo, relacionado con la calidad de la infraestructura. En el caso particular de la ciudad de Chone, el déficit de vivienda en el cantón es de 15.000 unidades.

Al igual que sucede en México o Brasil, en el Ecuador el crecimiento urbano, ha incrementado la demanda en energía eléctrica, así como la energía utilizada para el transporte, industria y residencia (Cerón y col., 2013; Bodach, 2010). En las últimas 4 décadas Ecuador, se ha vuelto un país exportador de energía sin embargo sigue siendo un país que no tiene autoabastecimiento energético

Tanto en el sector eléctrico como en los hidrocarburos, ha sido evidente, la falta de inversión para mantener capacidad instalada, ya sea por generación eléctrica o en su capacidad de procesar derivados del petróleo. En el caso particular del sector residencial, se produjo una reducción anual de la intensidad energética promedio del 2,3%, provocada en parte por el cambio del estilo de vida, preferencias de consumo, el cambio en el uso de energía, leña por gas licuado de petróleo o por la penetración de la electricidad. Esto junto con el proceso de industrialización y el incremento de transporte, provocó que para el año 2006, el consumo energético en el sector residencial sea del 19%, en contraste con el 28% que representaba el consumo en 1980. De lo anterior, se advierte la necesidad de dotar a la población de viviendas dignas, que garanticen el confort, y que disminuyan la presión sobre el incremento constante de energía a nivel residencial, en otras palabras, para el futuro se requieren viviendas “más accesibles, más sostenibles” (Seyfang, 2010).

El déficit habitacional que existe en el país se debe a la falta de soluciones habitacionales de bajo costo económico. El “bajo costo” de una vivienda, suele ser sinónimo de mala calidad, es decir, de un producto que no reúne las características de habitabilidad adecuadas. Fusionar, el aspecto económico, con las nuevas exigencias establecidas por varias organizaciones que han desarrollado códigos y normas para que los gobiernos o profesionales promuevan

el desarrollo de proyectos que reúnan criterios de diseño ecológico, es el reto futuro (GhaffarianHoseini y col., 2013). En Assefa y col.(2010), se destacan varios métodos, entre los que se incluye BREEAM (Environmental Assessment Method, Reino Unido), CASBEE (Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency, Japon), o la LEED (Leadership in Energy & Environmental Design, Estados Unidos).

A pesar de que no se dispone de códigos técnicos ecuatorianos que reúnan los principios del diseño ecológico, esta investigación recoge los principios resumidos en Abdel y Aboulgheit (2012), para proponer estrategias de diseño arquitectónico que no solo consideren los fundamentos de una eco vivienda, sino también sean viviendas de carácter social. No solo se busca, por tanto, proponer un diseño de vivienda, sino se busca establecer una serie de métodos y herramientas de diseño para que los futuros proyectos tas arquitectónicos tengan una hoja de ruta en la planificación de proyectos sostenibles locales (GhaffarianHoseini y col., 2013). La concepción de un diseño que reúna principios bioclimáticos, de bajo costo, fomentará y motivará a que las estrategias sean utilizadas, ya que la falta de entendimiento de estos principios, es una de las barreras para la aplicación masiva en el desarrollo de proyectos habitacionales (Zhang y col., 2011). Para delimitar el análisis, se ha establecido como zona de estudio al cantón Chone, que concentra 10% de población de la provincia de Manabí. Según datos estadísticos del 2001.

A nivel local, el uso de las estrategias de diseño que posibiliten incluir criterios de arquitectura verde, ayudará a que estas prácticas sean aceptadas en el mercado inmobiliario, pues, a mediano o largo plazo, permitirán mejorar el desempeño de la edificación, disminuir los costos de operación, mejorar las condiciones de salud de los habitantes y promoverá el ahorro de energía (Zhang y col., 2011). Paralelamente, se concibe la propuesta como parte de una innovación o “el uso de nuevas ideas”, que en este caso entrelazan a la tecnología y al cambio social (Seyang, 2010).

1.5 La concepción de viviendas ambientales de bajo costo

La concepción de una vivienda, tradicionalmente ha sido ideada sin tomar en cuenta el entorno local; sin embargo la elección adecuada de materiales, el uso de energía, el ambiente interior y exterior son aspectos de importancia que valen la pena considerar (Assefa y col., 2010). Se propone diseñar viviendas sociales, modulares y progresivas, con atributos diferentes a los usuales, que permitan la construcción prefabricada y montaje en seco, con materiales y sistemas constructivos apropiados para el entorno natural local, que a su vez admitan versatilidad, rapidez y posibilidades de autoconstrucción. Todo esto bajo el concepto de una vivienda de carácter social. En este sentido y asumiendo lo establecido en Assefa y col.(2010), GhaffarianHoseini y col.(2013), Seyfang (2010) y Wekesa (2010) la vivienda se concibe de forma que integre las dimensiones de sostenibilidad: ambiente (viviendas que aprovechen las condiciones ambientales, el uso de fuentes renovables de energía); económico (viviendas con bajos costos de inversión) y social (dar soluciones habitacionales que garanticen la calidad de vida de sus ocupantes).

El concepto de una eco-vivienda tiene sus orígenes a principios de los setenta, y considera la necesidad de crear viviendas, que respeten la salud de las personas y del planeta. Esta concepción nace de la aceptación de que la energía y materiales provienen de fuentes finitas, y de la necesidad de mantener niveles bajos de contaminación (Seyfang, 2010). En los ochenta aparece el concepto de Arquitectura verde, que reúne criterios de conservación de energía, clima, mínimo uso de recursos y respeto a los usuarios, es decir se concibe una concepción holística (Malmqvist y Glaumann, 2009).

En la actualidad, se admite que una vivienda sostenible, es aquella que consume pocos recursos, produce menos desperdicios, se adapta al clima local y asegura que las decisiones actuales no repercutan en las futuras generaciones. El diseño de un ambiente confortable y eficiente que reúna la anterior definición, considera varios aspectos: una integración sostenible y amigable con el ambiente y el uso de materiales de bajo impacto ambiental (Assefa y col., 2010).

Puesto que el manejo eficiente de energía es uno de los objetivos del eco diseño (Peuportier y col., 2013), un diseño sostenible permitirá a los residentes reducir la polución a través de la selección de materiales con bajas emisiones, así como el acceso a la luz solar y el control óptimo de la luz para garantizar el confort (Assefa y col., 2010). Estos dos aspectos, el manejo de la energía y calidad del ambiente interior, son precisamente los más significativos impactos ambientales relacionados a las viviendas (Malmqvist y Glaumann, 2009). En cuanto al ambiente interior, la vivienda debe concebir condiciones adecuadas de calidad de vida y salud. La mala calidad de aire, niveles de iluminación, altas emisiones de gases y efluentes o materiales adversos pueden afectar a los ocupantes (Assefa y col., 2010).

El diseño de una vivienda de interés social no tiene por qué alejarse de estas características, pudiendo acoger los principios del diseño sostenible, tales como: eficiencia en el diseño, eficiencia energética, uso eficiente de agua, uso de materiales eficientes, calidad ambiental interior, óptimo mantenimiento y operación, reducción de desechos comunes y tóxicos (Abdel y Aboulgheit, 2012; Assefa y col., 2010); un diseño eficiente, repercute en los costos, en el rendimiento de la edificación y en la disminución del uso de materiales (Cabeza y col., 2013). Este último tópico tiene importancia

CAPÍTULO II

2. DIAGNÓSTICO.

2.1 Generalidades

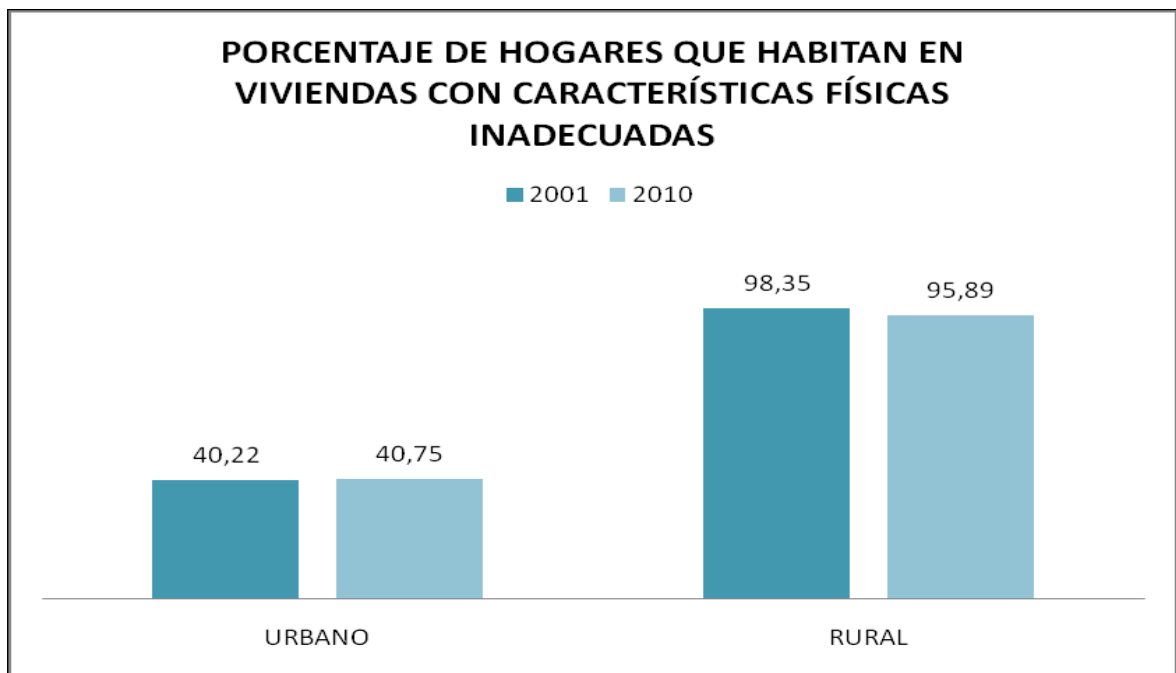
2.1.1 Datos generales del cantón Chone

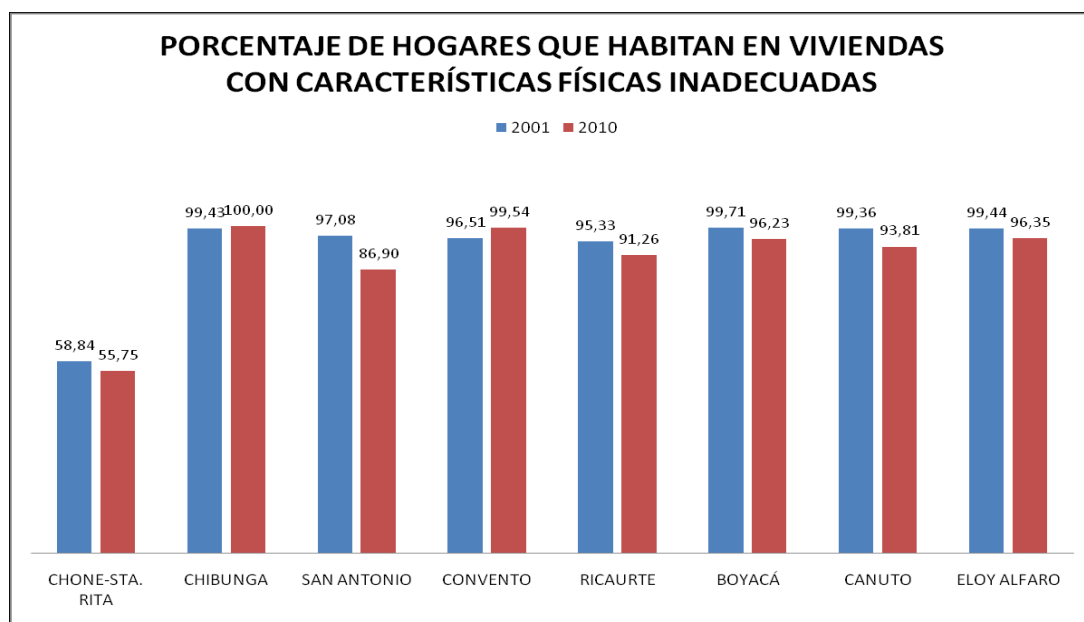
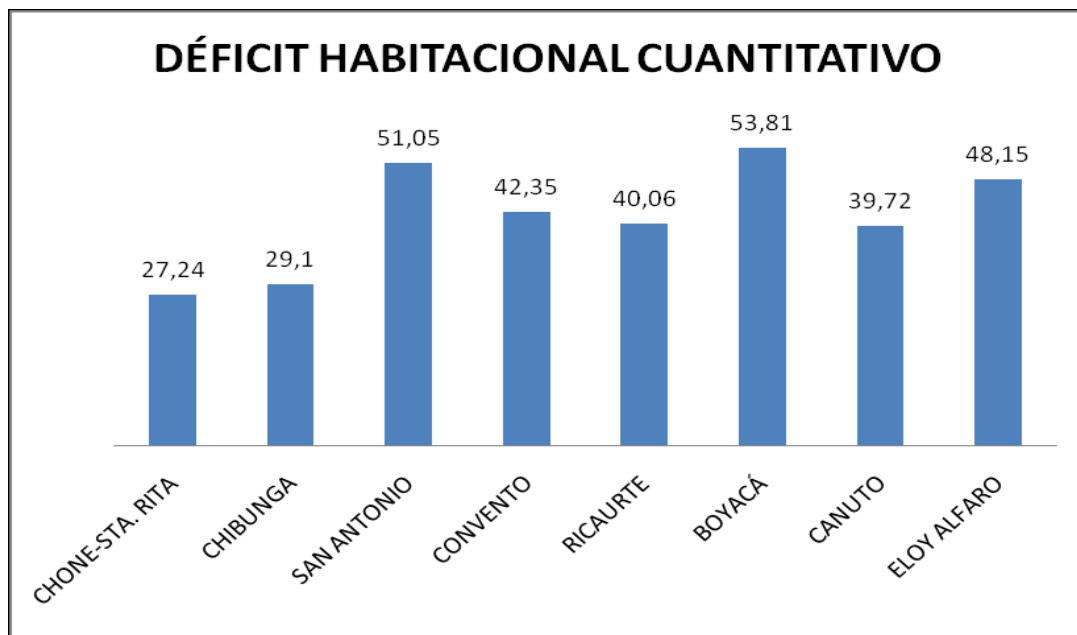
La Ciudad de Chone no tiene una fecha de fundación precisa se estima que fue a mediados del siglo XVIII como producto de la colonización de personas provenientes del centro de lo que hoy es Manabí, así también de extranjeros que llegaban por la Bahía de Caráquez y se asentaban en estas tierras atraídos por su fertilidad y sus condiciones climáticas. En aquella época casi la totalidad de este territorio estaba cubierto de selvas vírgenes donde habitaban los aborígenes Chonanas y Ñauases, los nuevos habitantes comenzaron a extraer de la selva las riquezas que esta ofrecía: caucho, tagua, palma real, higuera, quinina, maderas finas y frutos tropicales. Es aquí donde también surge la leyenda sobre la belleza de la mujer de Chone y que se produce de una vieja receta de los antiguos nativos, esta consistía en formar una pócima producto del corazón del colibrí y flores silvestres, y que, al beberla una mujer embarazada, alumbraría a un hombre valiente o una mujer hermosa. Con el paso de los años comenzaron a desarrollar la agricultura donde se destacan productos tales como: plátano, yuca, maní, maíz, frutas exóticas y cítricas (mandarina, naranja y toronja), y el cacao que es reconocido por su fino aroma y calidad a nivel mundial. Chone también tuvo un gran desarrollo ganadero, gracias a la cría de ganado vacuno y caballar, siendo el cantón con más cabezas de ganado en el Ecuador. El Chonero se destaca por ser poseedor de una gran energía que orientada positivamente lo llevó a escribir con letras de oro la historia de nuestro Cantón, es el más grande de Manabí en un marco geográfico privilegiado ya que se encuentre entre grandes áreas naturales, por el oeste el Océano Pacífico y las Islas Galápagos, por el este la Cordillera de los Andes, por el norte ecosistemas húmedos tropicales y la corriente marina cálida del niño y por el sur ecosistemas secos tropicales y la corriente marina fría de Humboldt. Todo esto bajo la línea

equinoccial y en el centro de la única cordillera de la costa del Pacífico sudamericano: "CORDILLERA COSTANERA". Además, también es parte del corredor de conservación ecológico CHOCÓ-MANABÍ, ecosistema de los de mayor biodiversidad en el mundo.

El terremoto del pasado 16 de abril en el cantón Chone dejó varias afectaciones en la zona urbana y rural especialmente en viviendas, por lo que muchas familias se quedaron en las calles al haber perdido todas sus pertenencias personales, enseres, víveres y electrodomésticos,

En la zona urbana de la ciudad se han registrado preliminarmente un total de 466 casas en la zona rural colapsaron más de 662 viviendas siendo el resultado así; Boyacá con 217, San Antonio con 160, Eloy Alfaro con 80, Chibunga 61, Canuto 48, Ricaurte 38, y Convento con 4 casas, en total suman 1128 viviendas en todo el cantón Chone.



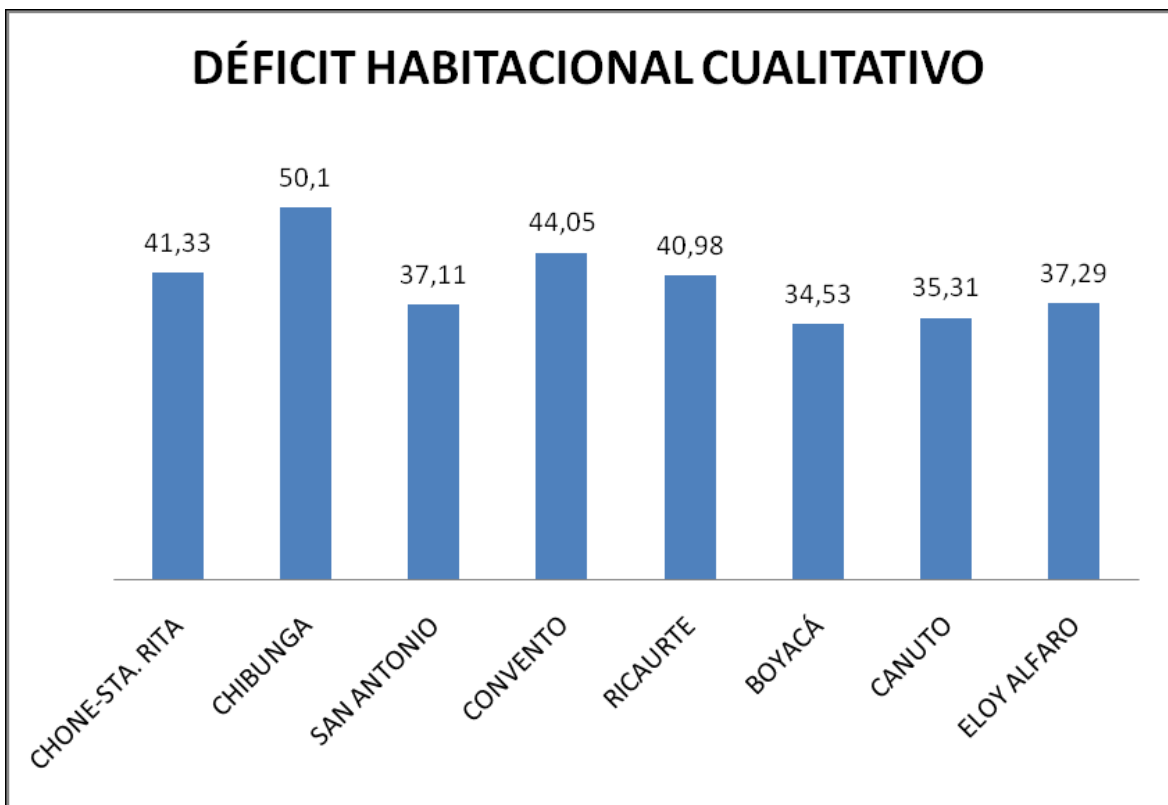


2.2 Acceso de la población a vivienda déficit habitacional cuantitativo

El déficit habitacional cuantitativo se define por el número de viviendas cuyas condiciones habitacionales se consideran irrecuperables a partir de la combinación, materiales predominantes del piso, pared y techo; y, el estado de aquellos materiales. Las parroquias San Antonio, Boyacá y Eloy Alfaro presentan los mayores índices, las parroquias urbanas Chone y Santa Rita tienen un déficit habitacional cuantitativo de 27,24%.

2.3 Déficit habitacional cualitativo

El déficit habitacional cualitativo se define por el número de viviendas cuyas condiciones habitacionales se consideran recuperables a partir de la combinación, materiales del piso, pared y techo; y, el estado de aquellos materiales.



Las parroquias con mayores índices de déficit habitacional cualitativo son Chibunga con un 50,10%, Convento con un 44,05% y las parroquias urbanas Chone y Santa Rita con un 41,33 %.

2.4 Análisis e interpretación de resultados.

2.4.1 Resultados de la encuesta dirigida a maestros de la construcción del Cantón Chone.

1.- ¿Usted conoce la existencia de ladrillos ecológicos?

Tabla # 2. 1

Opciones	f	%
Si	10	100%
No	0	0%
TOTAL	10	100%

Elaboración: Zambrano Bravo Gipson Daniel y Zambrano Moreira Mauro Fabricio (2017)

Fuente: Encuesta dirigida a Maestros de la construcción del Cantón Chone.



Nota: Información tomada de la tabla 2.1

Análisis e interpretación Tabulados los resultados obtenidos de la encuesta aplicada a los Constructores de viviendas del cantón Chone se obtiene que el 100% de los constructores si conocen la existencia del ladrillo ecológico

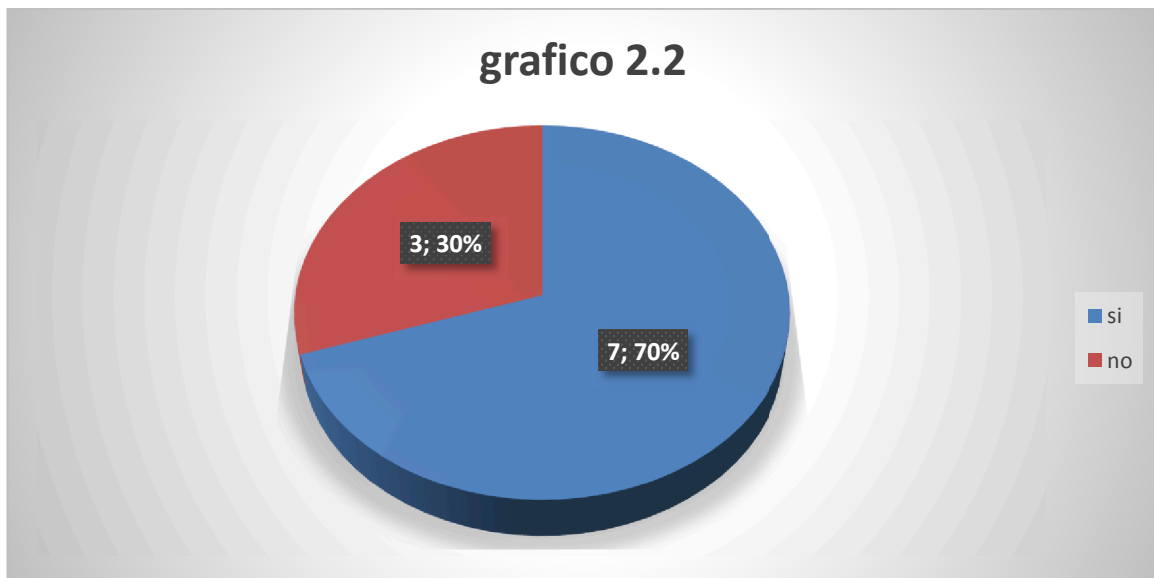
2.- ¿Estaría dispuesto a utilizar el ladrillo ecológico en sus construcciones?

Tabla # 2.2

Opciones	f	%
Si	7	70%
No	3	30%
TOTAL	10	100%

Elaboración: Zambrano Bravo Gipson Daniel y Zambrano Moreira Mauro Fabricio (2017)

Fuente: Encuesta dirigida a Maestros de la construcción del Cantón Chone.



Nota: Información tomada de la tabla 2.2

Análisis e interpretación.

De acuerdo a la información proporcionada en este caso es que el 70% estaría dispuesto a utilizar el ladrillo ecológico y solo un 30% no lo estaría. Lo que demuestra que este ladrillo tiene buena aceptación.

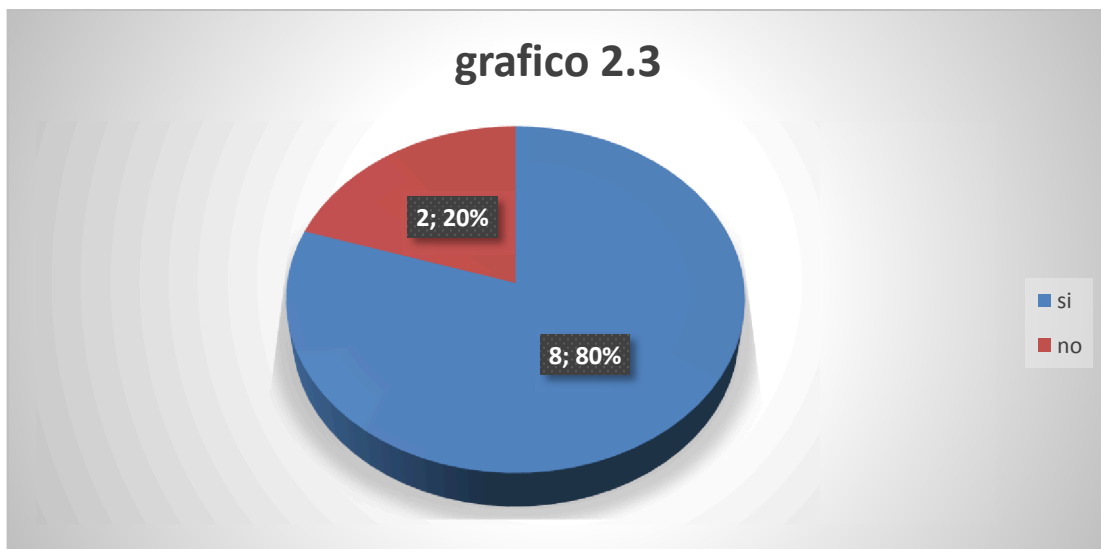
3.- ¿Cree usted que bajarían los costos de las viviendas al utilizar el ladrillo ecológico?

Tabla # 2.3

Opciones	f	%
Si	8	80%
No	2	20%
TOTAL	10	100%

Elaboración: Zambrano Bravo Gipson Daniel y Zambrano Moreira Mauro Fabricio (2017)

Fuente: Encuesta dirigida a Maestros de la construcción del Cantón Chone.



Nota: Información tomada de la tabla 2.3

Análisis e interpretación.

Preguntado si bajarían los costos de las viviendas con la utilización del ladrillo ecológico el 80% respondió si y solo un 20% contestó que los precios seguirían igual, La mayoría de los encuestados están conscientes que los costos disminuirían

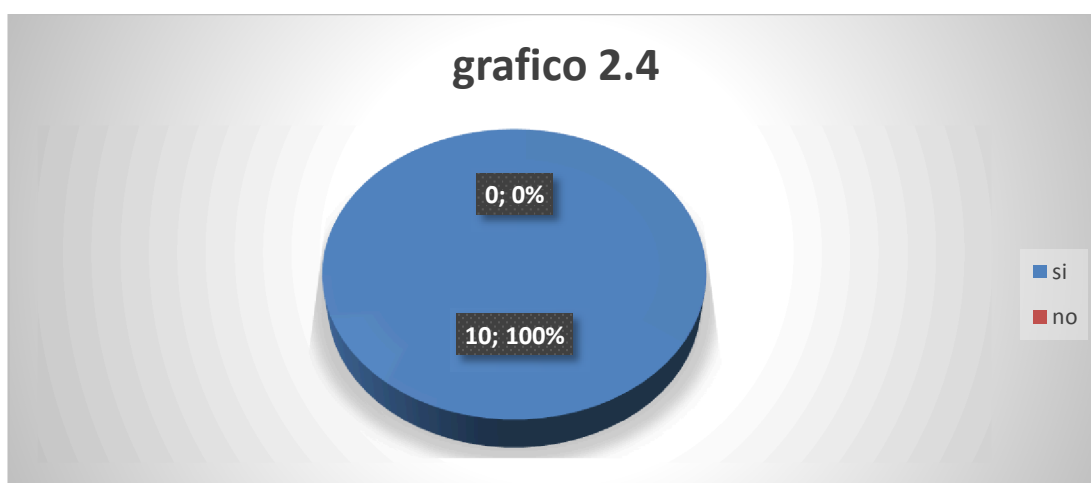
4 ¿El Ladrillo Ecológico al no ser quemado cree usted es amigable con el medio ambiente?

Tabla # 2.4

Opciones	f	%
Si	10	100%
No	0	0%
TOTAL	10	100%

Elaboración: Zambrano Bravo Gipson Daniel y Zambrano Moreira Mauro Fabricio (2017)

Fuente: Encuesta dirigida a Maestros de la construcción del Cantón Chone.



Nota: Información tomada de la tabla 2.4

Análisis e interpretación.

Preguntado si este ladrillo al no ser cocido es amigable con el medio ambiente, el 100% respondió que sí. Aquí se nota claramente que los constructores de Chone están conscientes de que este ladrillo es amigable con el medio ambiente y da fuera a la idea de utilizar este ladrillo

5.- ¿Al existir un distribuidor de ladrillo ecológico en la ciudad de Chone usted recomendaría este ladrillo?

Tabla # 2.5

Opciones	f	%
Si	10	100%
No	0	0%
TOTAL	10	100%

Elaboración: Zambrano Bravo Gipson Daniel y Zambrano Moreira Mauro Fabricio (2017)

Fuente: Encuesta dirigida a Maestros de la construcción del Cantón Chone.



Nota: Información tomada de la tabla 2.5

Análisis e interpretación.

Con respecto al acabado del ladrillo ecológico el 100% está de acuerdo que daría mayor facilidad a la labor de pegado y enlucido. Queda al descubierto una de sus bondades como es la facilidad en el pegado y el enlucido.

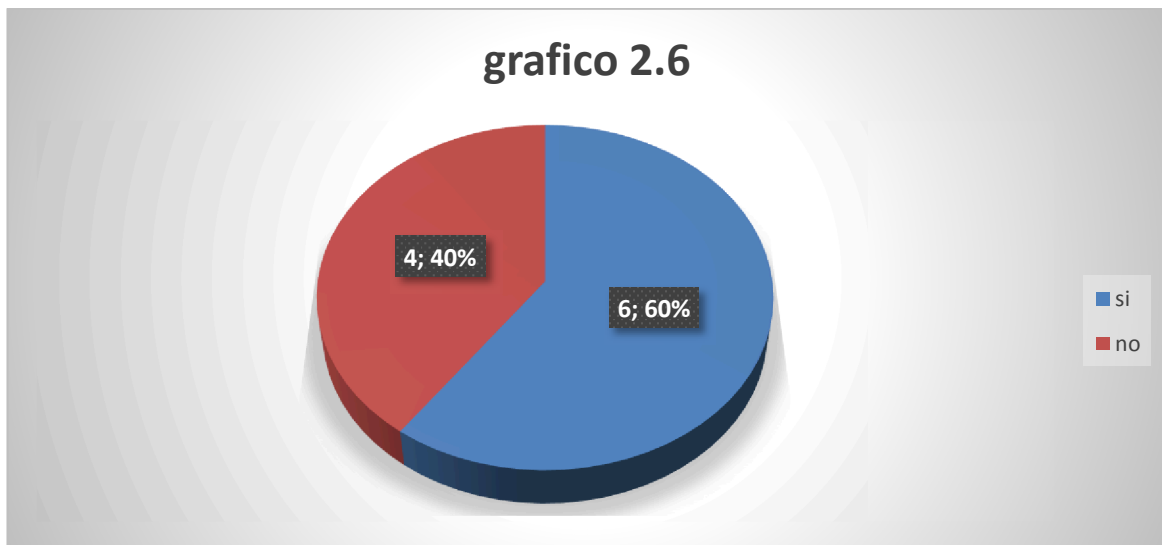
6.- ¿Con respecto al peso usted utilizaría el ladrillo ecológico antes que el ladrillo artesanal?

Tabla # 2.6

Opciones	f	%
Si	6	60%
No	4	40%
TOTAL	10	100%

Elaboración: Zambrano Bravo Gipson Daniel y Zambrano Moreira Mauro Fabricio (2017)

Fuente: Encuesta dirigida a Maestros de la construcción del Cantón Chone.



Nota: Información tomada de la tabla 2.6

Análisis e interpretación.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la encuesta aplicada a los constructores acerca si utilizaría el ladrillo ecológico sin importar su peso. No importa el peso lo que importa para ellos es las facilidades que presta.

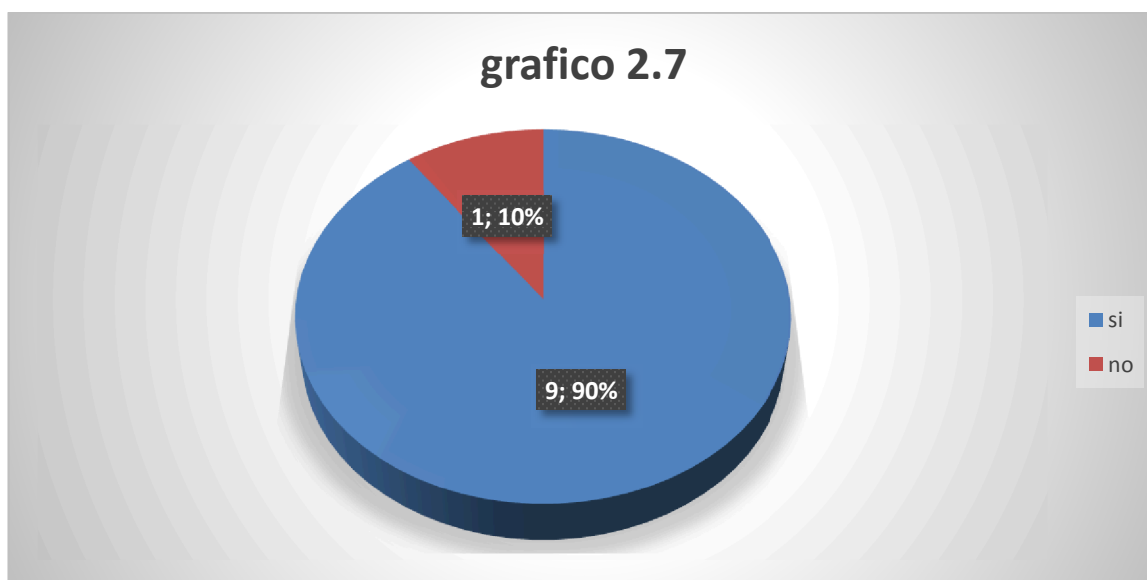
7.- ¿Evalúa usted de positivo el hecho de implementar en la construcción ladrillos ecológicos?

Tabla # 2.7

Opciones	f	%
Si	9	90%
No	1	10%
TOTAL	10	100%

Elaboración: Zambrano Bravo Gipson Daniel y Zambrano Moreira Mauro Fabricio (2017)

Fuente: Encuesta dirigida a Maestros de la construcción del Cantón Chone.



Nota: Información tomada de la tabla 2.7

Análisis e interpretación.

Con respecto a que, si evalúa usted de positivo el hecho de implementar en la construcción ladrillos ecológicos, el 90% .Se evidencia la aceptación de utilizar este material de construcción

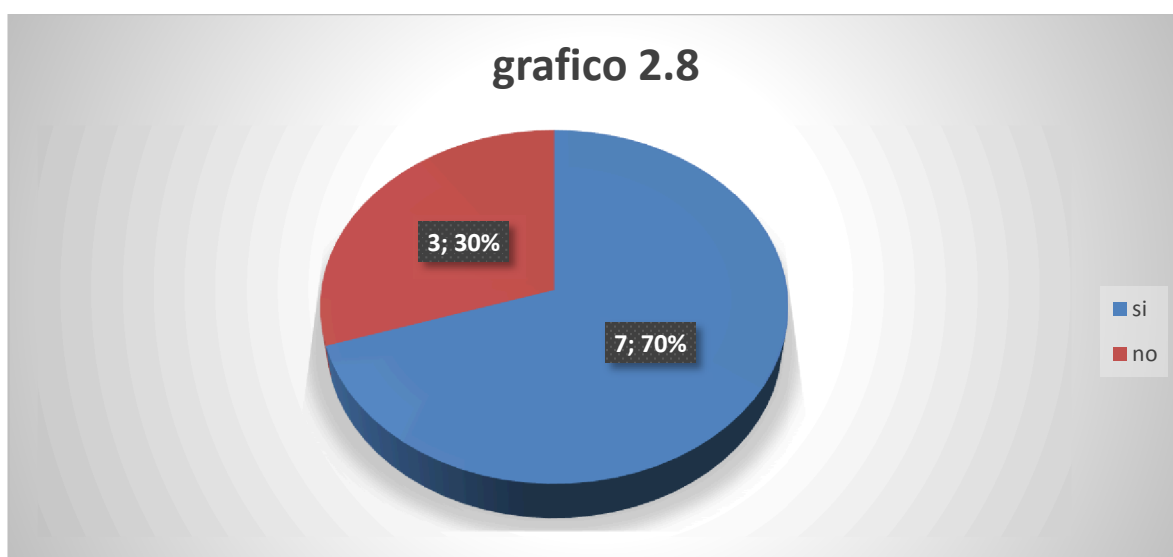
8.- ¿Considera usted que la economía del usuario se verá beneficiada al incorporaren la construcción el ladrillo ecológico?

Tabla # 2.8

Opciones	f	%
Si	7	70%
No	3	30%
TOTAL	10	100.0%

Elaboración: Zambrano Bravo Gipson Daniel y Zambrano Moreira Mauro Fabricio (2017)

Fuente: Encuesta dirigida a Maestros de la construcción del Cantón Chone.



Nota: Información tomada de la tabla 2.8

Análisis e interpretación.

Con respecto a que, si consideran que la economía del usuario se verá beneficiada al incorporar en la construcción el ladrillo ecológico, la respuesta fue de un 70% si y 30% no. Es evidente que al prestar más facilidad en el enlucido y pegado el rubro perteneciente a esto reduciría su costo

9.- ¿Con respecto al acabado, cree usted que este ladrillo prestará más facilidad al momento de pegado y enlucido?

Tabla # 2.9

Opciones	f	%
Si	8	80%
No	2	20%
TOTAL	10	100.0%

Elaboración: Zambrano Bravo Gipson Daniel y Zambrano Moreira Mauro Fabricio (2017)

Fuente: Encuesta dirigida a Maestros de la construcción del Cantón Chone.



Nota: Información tomada de la tabla 2.9

Análisis e interpretación.

Con respecto al acabado, cree usted que este ladrillo prestará más facilidad al momento de pegado y enlucido., la respuesta fue: si el 80% y no el 20% prestará más facilidad y por lo tanto esto se refleja en la rapidez de la obra.

10.- ¿Estaría de acuerdo que los artesanos de ladrillo artesanal también elaboren ladrillo ecológico?

Tabla # 2.10

Opciones	f	%
Si	10	60%
No	0	40%
TOTAL	10	100.0%

Elaboración: Zambrano Bravo Gipson Daniel y Zambrano Moreira Mauro Fabricio (2017)

Fuente: Encuesta dirigida a Maestros de la construcción del Cantón Chone.



Nota: Información tomada de la tabla 2.10

Análisis e interpretación.

Respecto a que si los constructores estarían de acuerdo que los artesanos de ladrillo artesanal también elaboren ladrillo ecológico ellos contestaron que si en un 100%. Esto demuestra que se seria prometedora dedicarse a producir ladrillos ecológicos

2.5 Análisis de la entrevista al Director del MDUVI de Chone.

La entrevista se centró básicamente en el déficit de vivienda en el cantón Chone, El Ing., Trajano Viteri Mendoza, manifestó que evidentemente existen problemas de falta de vivienda de viviendas, así como programas de vivienda barata en el cantón Chone.

1.- ¿Cuál es su evaluación respecto a los programas de vivienda existentes en el cantón Chone?

Pienso que es positiva a pesar de los problemas económicos que está atravesando el país, El MDVI tiene proyectado construir este año o periodo de gobierno.

2.- ¿Cree usted que los programas existentes satisfacen la demanda habitacional en el cantón?

No, porque es un porcentaje considerable de la ciudadanía de bajos recursos económicos que no posee vivienda propia.

3.- ¿Para usted qué importancia tienen los materiales de bajo costo en la vivienda popular?

Muy importante, porque al utilizar estos materiales se reduce el costo de la vivienda.

4.- ¿Cuál es su criterio respecto a la utilización de un ladrillo ecológico en la construcción de vivienda a bajo costo?

Pienso que es una buena alternativa, porque se estaría por un lado protegiendo al medio ambiente y por otro se estaría protegiendo al futuro usuario que en definitiva son personas de bajos recursos

2.6 Resultados de la encuesta dirigida a potenciales usuarios de viviendas de bajo costo Cantón Chone.

1.- ¿Se encuentra usted participando de un proyecto habitacional?

Tabla # 2. 11

Opciones	f	%
Si	15	30%
No	35	70%
TOTAL	50	100%

Elaboración: Zambrano Bravo Gipson Daniel y Zambrano Moreira Mauro Fabricio (2017)

Fuente: Encuesta dirigida habitantes de barrios marginales de Chone del Cantón Chone.



Nota: Información tomada de la tabla 2.11

Análisis e interpretación.

Al preguntar a los 50 ciudadanos que no tienen vivienda propia si están participando en algún programa habitacional la respuesta fue de que el 70% no está participando, lo que demuestra que un gran porcentaje no tiene esperanza de tener una vivienda propia con ayuda del gobierno.

2.- ¿Usted está de acuerdo que se debe proteger el medio ambiente?

Tabla # 2. 12

Opciones	f	%
Si	50	100%
No	0	0%
TOTAL	50	100.0%

Elaboración: Zambrano Bravo Gipson Daniel y Zambrano Moreira Mauro Fabricio (2017)

Fuente: Encuesta dirigida habitantes de barrios marginales de Chone del Cantón Chone



Nota: Información tomada de la tabla 2.1

Análisis e interpretación.

Está usted de acuerdo que debe proteger el medio ambiente, la respuesta fue de un 100%, lo que demuestra que tanto constructores como usuarios de vivienda y en general la población entera está consciente de la protección del medio ambiente. Y por lo tanto la introducción del ladrillo ecológico en la construcción es pertinente.

3.- ¿Usted prefiere una vivienda con materiales amigables con el medio ambiente?

Tabla # 2. 13

Opciones	f	%
Si	50	100%
No	0	0%
TOTAL	50	100.0%

Elaboración: Zambrano Bravo Gipson Daniel y Zambrano Moreira Mauro Fabricio (2017)

Fuente: Encuesta dirigida habitantes de barrios marginales de Chone del Cantón Chone.



Nota: Información tomada de la tabla 2.13

Análisis e interpretación.

Al ser preguntado si prefieren materiales amigables con el medio ambiente el porcentaje fue del 100% . Esto corrobora la respuesta de la pregunta anterior. Y esra de esperarse esta respuesta

4.- ¿Usted estaría dispuesto a utilizar el ladrillo ecológico en la construcción de su futura vivienda?

Tabla # 2. 14

Opciones	f	%
Si	42	84%
No	8	16%
TOTAL	50	100.0%

Elaboración: Zambrano Bravo Gipson Daniel y Zambrano Moreira Mauro Fabricio (2017)

Fuente: Encuesta dirigida habitantes de barrios marginales de Chone del Cantón Chone



Nota: Información tomada de la tabla 2.14

Análisis e interpretación.

Preguntado si estaría dispuesto a utilizar este ladrillo en su futura vivienda, el 84% está de acuerdo y solo un 16 % no estaría de acuerdo, se asume por parte de los autores de esta investigación que esto se debe a que este pequeño porcentaje no conoce el ladrillo ecológico

5.- ¿Prefiere un ladrillo que ahorre material al momento de enlucir?

Tabla # 2. 25

Opciones	f	%
Si	50	100%
No	0	0%
TOTAL	50	100%

Elaboración: Zambrano Bravo Gipson Daniel y Zambrano Moreira Mauro Fabricio (2017)

Fuente: Encuesta dirigida habitantes de barrios marginales de Chone del Cantón Chone



Nota: Información tomada de la tabla 2.15

Análisis e interpretación.

Preguntado si prefieren un ladrillo que ahorre material al momento de enlucir, el 100% dice que lo que permite visualizar la gran demanda que retendría este ladrillo una vez conocida sus bondades y que exista en el mercado.

6.- ¿Cree usted que al utilizar el ladrillo ecológico se ahorra dinero?

Tabla # 2. 16

Opciones	f	%
Si	45	50%
No	5	50%
TOTAL	50	100%

Elaboración: Zambrano Bravo Gipson Daniel y Zambrano Moreira Mauro Fabricio (2017)

Fuente: Encuesta dirigida habitantes de barrios marginales de Chone del Cantón Chone.



Nota: Información tomada de la tabla 2.16

Análisis e interpretación.

Al preguntar si con la utilización del ladrillo ecológico se ahorraría dinero, el 90% dice que sí y solo el 10% dice que no esto indica que la mayoría de los usuarios están conscientes de que con la utilización de este ladrillo se ahorraría dinero.

7.- ¿Al tener un centro de venta de este ladrillo en Chone usted preferiría éste?

Tabla # 2. 17

Opciones	f	%
Si	50	100%
No	0	0%
TOTAL	50	100%

Elaboración: Zambrano Bravo Gipson Daniel y Zambrano Moreira Mauro Fabricio (2017)

Fuente: Encuesta dirigida habitantes de barrios marginales de Chone del Cantón Chone



Nota: Información tomada de la tabla 2.17

Análisis e interpretación.

Preguntado si preferiría utilizar el ladrillo ecológico si hubiera en Chone un lugar donde se lo fabrique o se lo venda. La contestación fue un sí rotundo, el 100%, lo que demuestra la gran aceptación que tendría esta clase de ladrillo.

2.7 Comprobación de hipótesis.

Cumplida la fase de diagnóstico de la investigación respecto al estado actual de la problemática de la falta de vivienda a bajo costo es **POSITIVA**, ya que basados en los diversos parámetros se pudo evidenciar los diferentes comportamientos que los participantes tuvieron en torno a la problemática planteada. Así, por ejemplo:

La información que sustenta la hipótesis planteada durante la investigación, toma en cuenta criterios como los de la entrevista realizada al director del MDVI. Adicional mente se consultó sobre su criterio respecto de utilizar el ladrillo ecológico en la construcción de viviendas de bajo costo, y el hecho de que no es un ladrillo cocido, el mismo que demanda la quema de vegetales, que dañan el medio ambiente.

Los criterios anteriormente mencionados, permiten concluir a los autores que efectivamente existe un problema de falta de viviendas económicas para la población de bajos recursos económicos y que las autoridades deben ejecutar proyectos de vivienda barata y que por lo tanto los resultados de esta investigación serían un aporte importante para abaratar los costos de las viviendas.

Para la comprobación de la hipótesis también se tomó en cuenta el criterio de los Constructores, Constructores de viviendas del cantón Chone quienes afirman en la pregunta 2.1, que el 100% de los constructores conocen la existencia del ladrillo ecológico. Así como las preguntas 2.4, 2.5, 2.7 y 2.10 en donde declaran la importancia económica que tendría en el sector de la construcción la utilización del ladrillo ecológico.

En base al análisis de la información obtenida de la aplicación de los diferentes instrumentos de recolección de datos, permite a los autores reafirmar el hecho de que efectivamente existen problemas de vivienda en el canton chone y que es

estudio de la utilización del ladrillo ecológico en la construcción de vivienda a bajo costo es pertinente.

De igual se forma se tomó en cuenta el criterio de los posibles usuarios de viviendas a bajo costo. Ellos en las preguntas de de la 1 a la 7 manifiestan categoricamenrte su aceptación a la pertinencia de esta investigación en el campo habitacional

2.8 Conclusiones previas.

- En el Cantón Chone existe un déficit de vivienda, que afecta principalmente a la ciudadanía de bajos ingresos.
- Hay un porcentaje considerable de la población que no posee vivienda propia.
- Programas de vivienda a bajo costo son necesario en el Cantón Chone.
- La utilización de ladrillo ecológico en la construcción de viviendas reduciría los costos del rubro de mampostería y enlucido.
- El ladrillo ecológico tendría una gran aceptación en la construcción de viviendas a bajo costo.

CAPÍTULO III

3. PROPUESTA

3.1 Título de la Propuesta

LADRILO ECOLÓGICO EN LA CONSTRUCCION DE VIVIENDA ECONOMICA EN EL CANTON CHONE

3.2 Objetivo del trabajo

Es el desarrollo de ladrillos ecológicos de carácter puzolánico mediante la incorporación de residuos procedentes del cultivo del arroz, y con bajo coste energético y económico. Se pretende que sea un proyecto sostenible y posible de llevar a cabo también en poblaciones con menos recursos económicos y tecnológicos.

3.3 Cobertura

Este proyecto pretende concienciar que el desarrollo de una ingeniería más sostenible es posible. La bioconstrucción es un campo amplio en el que se debe trabajar de forma constante para obtener nuevos logros. Esta tecnología es muy ambiciosa por su eficiencia energética y económica. Este concepto de ingeniería es el que se propone con el desarrollo en este trabajo de ladrillos puzolánicos sin cocción, con el resultado de un material de construcción sostenible con un gran potencial y capacidad de cubrir las necesidades actuales y futuras de la sociedad.

3.4 Beneficiarios.

Como beneficiarios directos está la población de bajos ingresos que aspira tener una casa propia, se benefician también con esta propuesta los constructores de viviendas, del Cantón Chone.

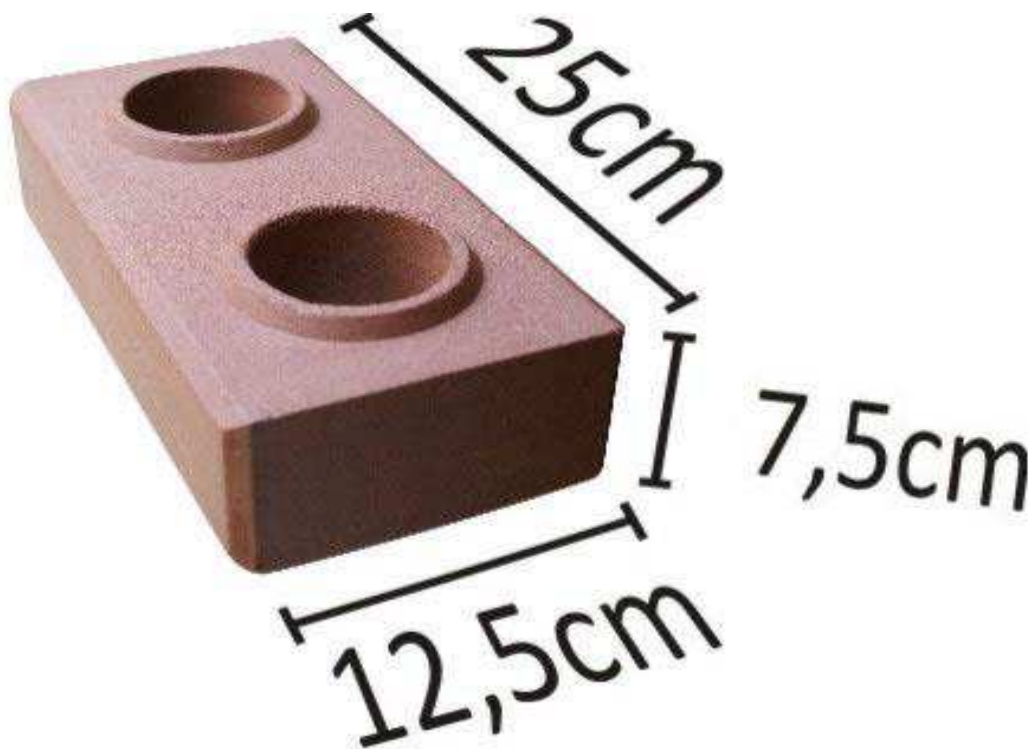
3.5 Análisis de la situación actual.

En el Ecuador ha existido la tendencia de abordar el problema de la vivienda a partir de proyectos, programas y políticas enmarcadas en distintas tendencias, de los diversos gobiernos de turno. La falta de continuidad ha sido una constante en la búsqueda de soluciones al problema habitacional en el país

A pesar que el tema de la vivienda ha sido enfrentado como un problema individual y utilizado como oferta electoral, que ha dado réditos electorales importantes a los políticos que han decidido asumir este tema como parte de sus campañas, en la práctica ningún gobierno ha logrado dar una respuesta adecuada y sostenible al creciente déficit cuantitativo y cualitativo de vivienda, menos aún con una visión integral de fomentar la construcción de asentamientos humanos sostenibles que garanticen un hábitat saludable y seguro. Esto ha llevado a que las familias de menos ingresos resuelvan precariamente el problema del techo, sacrificando su calidad de vida

Se propone la realización de un nuevo material constructivo, denominado ecoladrillo (foto 1), inspirado en el tradicional adobe y que sustituya al ladrillo convencional cocido. Para ello se emplea un suelo marginal no empleado hasta el momento para la fabricación de ladrillos. Como aditivos comerciales se emplean el cemento para la realización de las combinaciones de referencia y, la menos usual pero igual de eficiente cal hidráulica. Como aditivo resistente se utilizan las cenizas de cáscaras de arroz y como aditivo estructurante las cascarillas también de arroz. Las adiciones de estos dos últimos aditivos residuales suponen la reducción de un gran impacto medio ambiental ya que las cenizas procedentes de la biomasa generada por la combustión de los restos de la cosecha del arroz, permanecen por millones de toneladas en vertederos de todo el mundo.

Foto1.Ecoladrillo



El principal objeto es el desarrollo de ladrillos puzolánicos sin cocción y compactados a tres niveles relativamente bajos de presión, como material ecológico y sostenible de construcción y alternativa a los ladrillos tradicionales cocidos. Para ello, se utilizará la cal hidráulica natural, el cemento Portland como aditivo de referencia, y residuos como las cascarillas de arroz procedentes de la cosecha del arroz y las cenizas de cáscara de arroz subproducto de la generación de biomasa. La base de este ladrillo es un tipo de arcilla, la marga gris, un suelo considerado marginal. Para ello se han seguido los siguientes pasos:

- Estudio del estado del arte de la técnica de ladrillos puzolánicos sin cocción.
- Realización de las pruebas necesarias en laboratorio para poder determinar las combinaciones de aditivos óptimas y procedimientos de ejecución adecuados.

- Establecimiento y especificación del comportamiento óptimo de los ladrillos mediante la realización de diversos ensayos que prueben, sobre todo, la durabilidad y resistencia de la nueva pieza constructiva.
- Plantear un nuevo concepto de autoconstrucción a partir del propio cultivo de aquellas regiones más desfavorecidas.
- Concienciar a la sociedad que la bioconstrucción es una alternativa viable y sostenible.

3.6 Materiales.

Para la realización de este trabajo experimental se ha utilizado un suelo arcilloso: la marga gris, dos aditivos comerciales: el cemento Portland (PC) convencional y la cal hidráulica natural (NHL·5), y dos residuos procedentes del cultivo del arroz: cenizas de cáscara de arroz (RHA) como aditivo puzolánico y cascarillas de arroz (RH) como aditivo estructurante.

Cada uno de los aditivos ha sido caracterizado físico y químicamente. En el caso de los aditivos comerciales, se han empleado las fichas que el productor proporciona de cada aditivo.

Aunque también existe una fórmula más simple como es: suelo arcilloso más cemento.

Los ladrillos ecológicos (tierra-cemento) superan largamente a los adobes y a los ladrillos tradicionales en calidad, acabado, resistencia y costo. Estos ladrillos son ideales para interiores y exteriores, son de fácil construcción, económicos, anti-sísmicos y ecológicos porque cuidan el medio ambiente evitando la quema. Este tipo de ladrillos no se hornean y sus medidas regulares, así como su sistema constructivo de encaje facilitan y agilizan todo tipo de edificación. Estudios internacionales han comprobado sus propiedades antisísmicas, de resistencia, impermeabilidad y aislación térmica.



El ahorro Construyendo con Ladrillos Ecológicos y Antisísmicos, es:

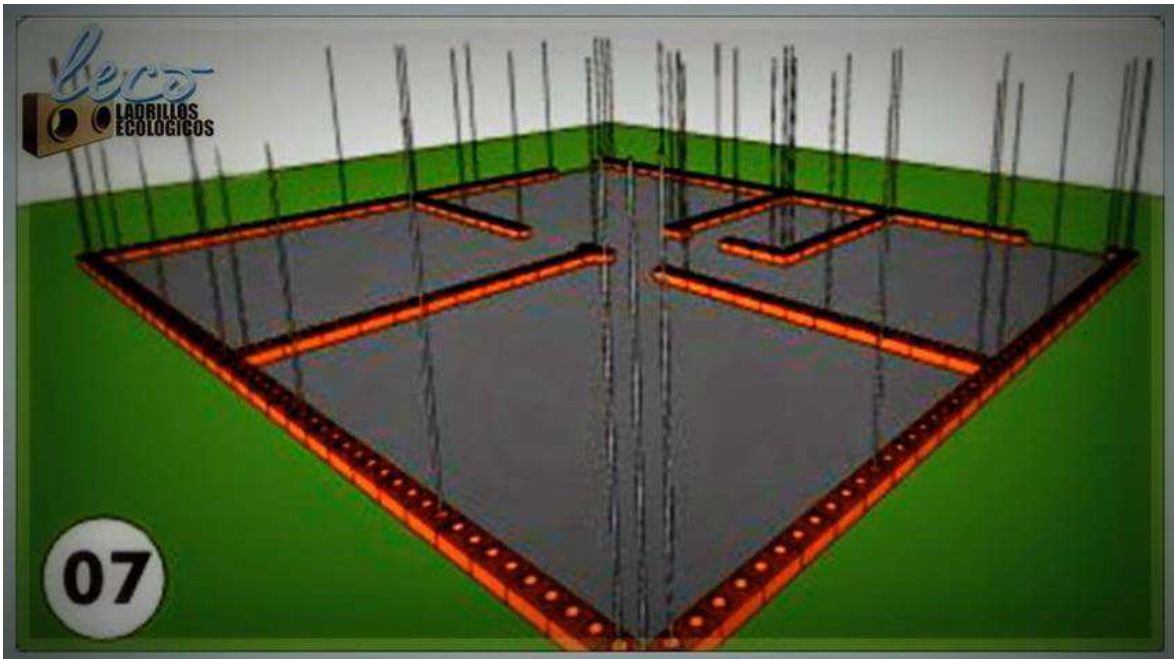
- 60% Ahorro en cemento.
- 60% Ahorro del tiempo de construcción.
- 50% Ahorro en mano de obra.
- Promedio de ahorro total 50%.

3.7 Modulaci3n.

Con espesores variados la dimensi3n m1s conocida de estos ladrillos es: 12.5x25cm 12,5x12.5cm, 30x15cm y 15x15cm, para el mejor funcionamiento de la obra se debe armar las 4 principales plantas moduladoras en el formato del ladrillo deseado; la primera fila indica la posici3n exacta de cada ladrillo, columnas y aberturas que indican los hierros. puestas y ventanas, la independencia de paredes garantiza el patr3n est3tico del ladrillo a la vista y el cimiento ajustada a la modulaci3n.

3.8 Preparación para el asentamiento

Es importante saber que por cada 8 ladrillos se avanza un cm por lo tanto los cimientos deben elaborarse con varios criterios para evitar que los ladrillos excedan el plano de los cimientos. Se recomienda concluir los cimientos con el piso

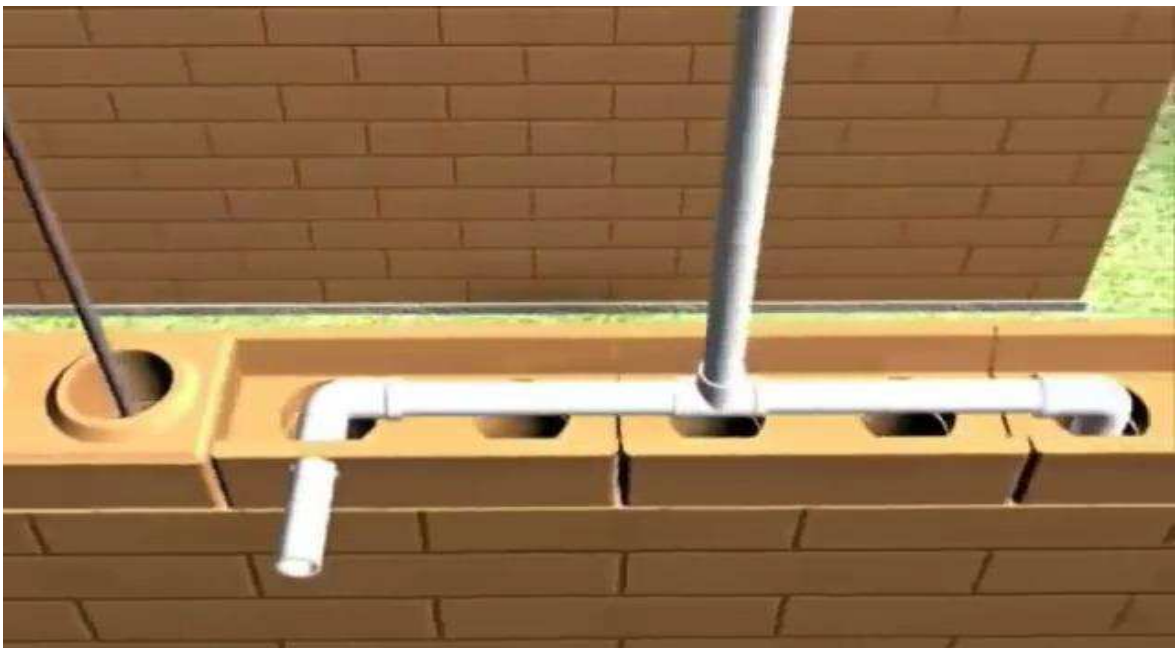


La primera fila es fundamental para el perfecto funcionamiento de la obra con una mezcla simple se de 3x1 se fijan los ladrillos de las esquinas, se deben dejar los espacios de las puertas, uno a uno se deben nivelar. El plano de planta señalará los sitios donde irán las columnas, hacer un orificio de 10cm en el lugar indicados cortar las varillas de hierro de 1m 60cm para la posición final de 2m70 con traspase de 15cm para sujetar.

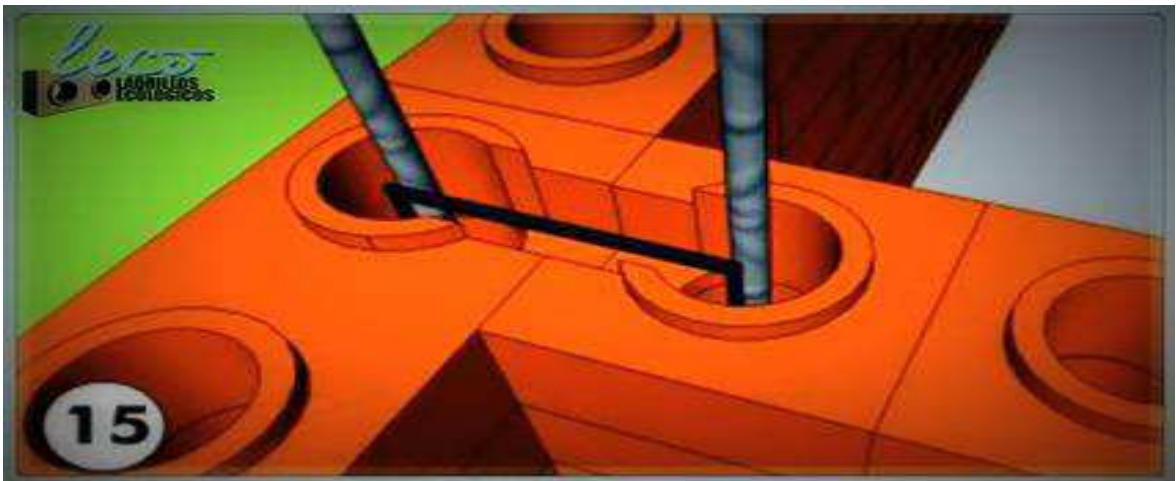
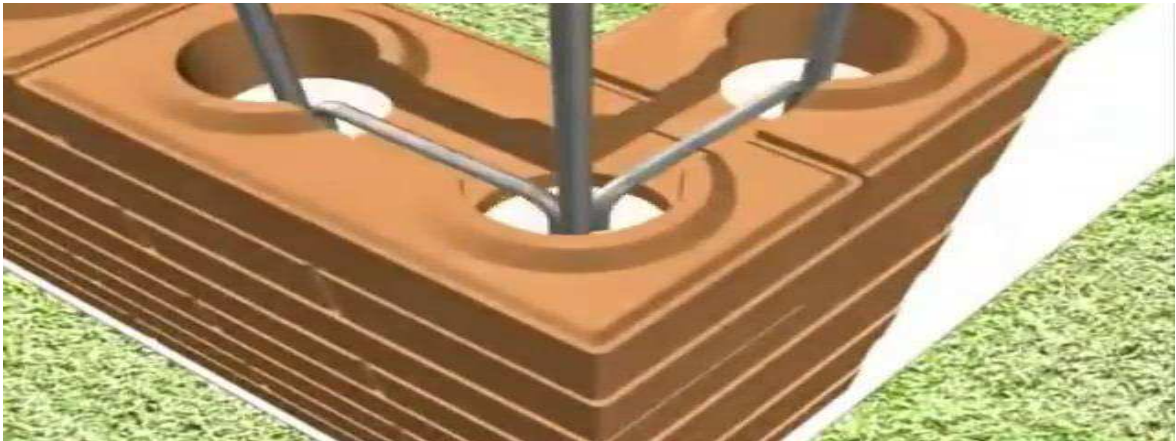
Las paredes divisorias internas no se unen directamente con las paredes externas, los soportes se colocan a una distancia de 1,5m para viviendas pequeñas. De una planta. Las paredes deben construirse al mismo tiempo. A la altura de las ventanas se ubica ladrillo canaleta que servirá de encofrado de un dintel en todas las pares sean externas e internas a la altura de las puertas y al final de la pared.



Como se muestra en la figura son tres dinteles que lleva la obra, la primera a 90cm, la segunda a la altura de las puertas y la tercera a la altura del techo
El ladrillo canaleta también se lo utiliza donde vayan instalaciones eléctricas o de agua.



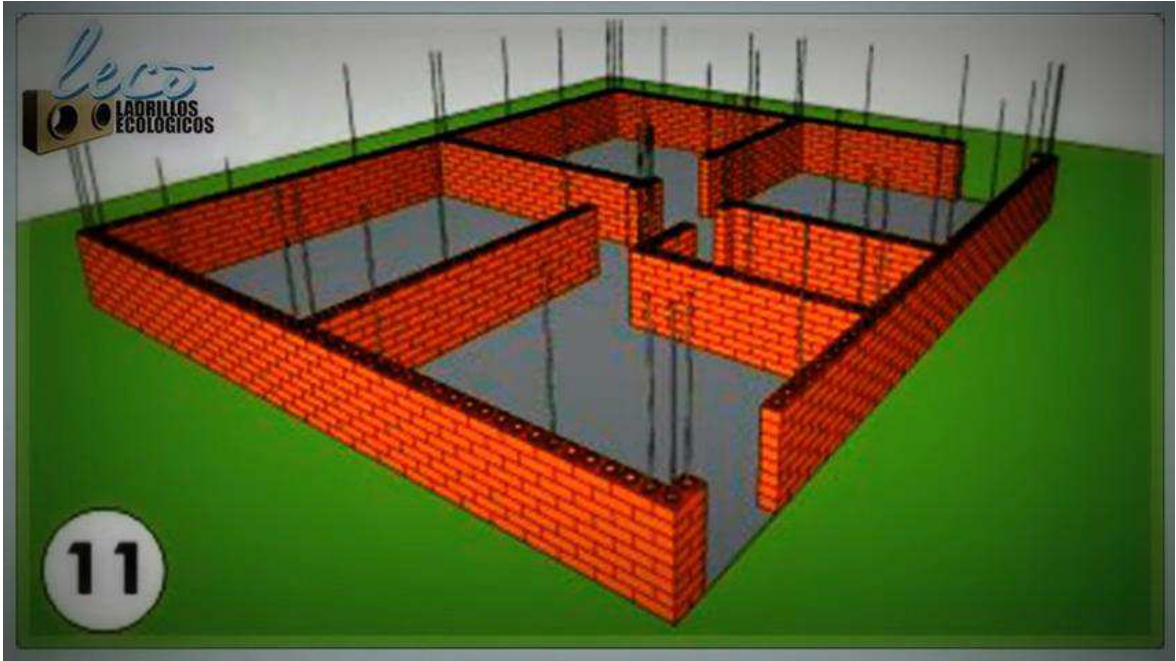
En las esquinas se amarran los ladrillos para para asegurar las paredes como se indica en las figs.



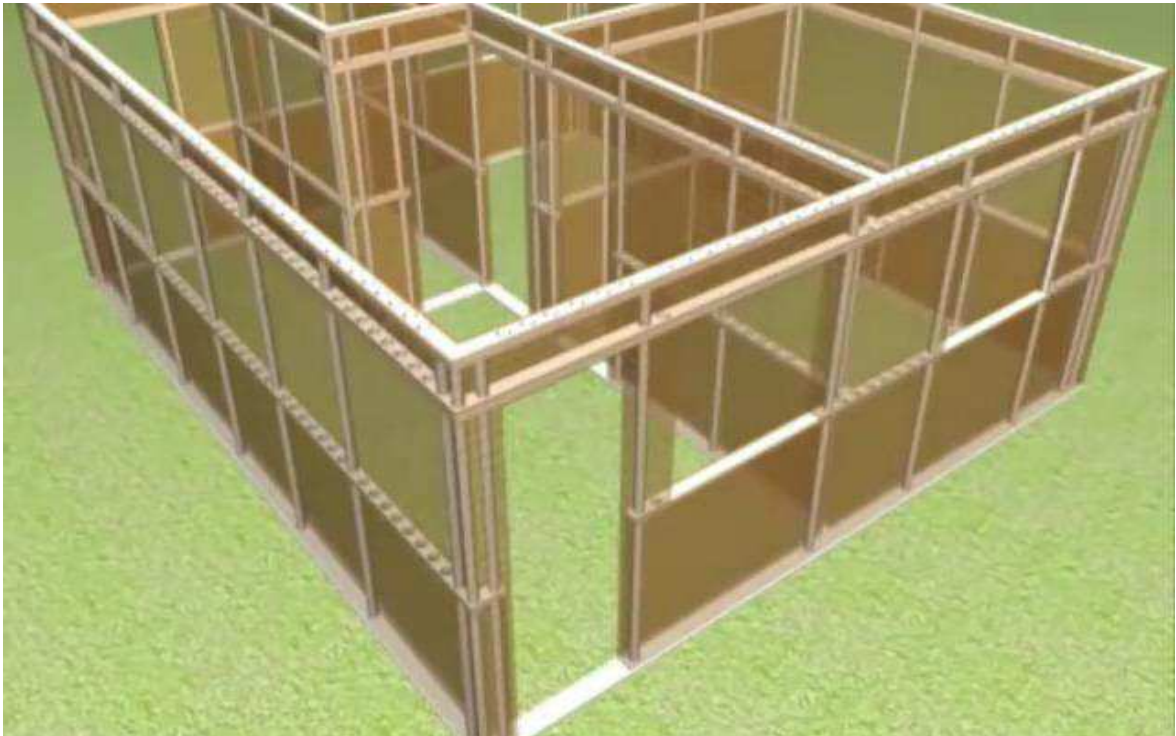
Esto se lo realiza cada 50cm de altura de la pared

Para unir los ladrillos se utiliza una cola o un pegamento a base de cemento, agua, arena y cola





Si pudiéramos ver interiormente las paredes se vería el esqueleto estructural como lo muestra la figura



Lo que indica que es una vivienda estructuralmente confiable, que ofrece seguridad en paredes, marcos de puertas y ventanas.



Que una vez terminada resalta la estética en su acabado.



4. Referencias Bibliográficas.

1. Abdel, A., I. Aboulgheit, 2012. Assessing housing interior sustainability in a new Egyptian city. *Procedia Soc. Behav. Sci.*, 564-577.
2. Acosta, M 2009 POLITICAS DE VIVIENDA EN ECUADOR DESDE LA DECADA DE LOS 70 Tesis de grado ANALISIS, BALANCE Y APRENDIZAJES. Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales FLACSO – ECUADOR
3. Assefa, G., M. Glaumann, T. Malmqvist, O. Eriksson, 2010. Quality versus impact: Comparing the environmental efficiency of building properties using the EcoEffect tool. *Build. Environ.*, 45(5), 1095-1103.
4. Basbagill, J., F. Flager, M. Lepech, M. Fischer, 2013. Application of life-cycle assessment to early stage building design for reduced. *Build. Environ.* 60, 81-92.
5. Boardman, Kajarstad, y Jonson 2007, Radjor, y Carter 2008, Classification, of time-dependent unconfined strength of fly ash treated clay, *Construction and Building Materials*, Volume 22, Issue 4, April 2008, Pages 675-683.
6. Brick Development Association. (Online) accesses on the 28/7/2008 <http://www.brick.org.uk/industry-sustainability.html>
7. CERAM. E. 2009. Pozzolanic activity of pulverized fule ash. *Cement and Research Concrete*. 5 (4), 363-375.
8. C. Galan-Marin, C. Rivera-Gomez, J.Petric. Clay-based composite stabilized with natural polymer and fibre. *Construction and Building Materials* 24 (2010) 1462-1468.

9. Cerón, I., E. Sanyé, J. Oliver, N. Motero, C. Ponce, J. Rieradevall, 2013. Towards a green sustainable strategy for social neighbourhoods in Latin America: Case from social housing in Merida, Yucatan, Mexico. *Habitat Int.*, 38, 47-56.
10. Goktepe, A.B Sezer, A., Sezer, G.I., Ramyar, K., Classification of time-dependent unconfined strength of fly ash treated clay, *Construction and Building Materials*, Volume 22, Issue 4, April 2008, Page 675-683.
11. Guney Y., Sari D., Cetin M., Tucan M., Impact of cyclic wetting-drying on swelling behavior of lime-stabilized soil, *Building and Environment*, Volume 42, Issue 2, February 2007, Pages 681-688.
12. Larrea, C., 2010. La situación habitacional en Pichincha y en el Ecuador: 2001-2010. Unidad de Información Socio-ambiental, Universidad Andina Simón Bolívar sede Quito, Ecuador, 19 pp.
Descargado http://www.campusvirtual.uasb.edu.ec/uisa/images/publicaciones/2017_larrea_habpich.pdf en 2013
13. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación Estadísticas. <http://www.fao.org/>.
14. Oti, J.E., Kinuthia, J.M., Bai, J., 2009. Engineering properties of unfired clay masonry bricks. *Engineering Geology* 107 (2009) 130-139.
15. Oti, J.E., Kinuthia, J.M., Bai, J., 2008c. Development of innovative low carbon clay bricks. *Proceedings of the 2nd International Conference on Learning from Earthen Architecture in Climate Change 2008 (Kerpic'08)*, Cyprus International University, Lefkosa Northern Cyprus. ISBN: 978-975-6002-07-0, pp. 291-297.
16. Paz Jácome, J.F., F.V. Ulloa López, 2006. La vivienda de interés social. *Revista Ingenius*, 3, 8 pp.

17. Peupartier, B., S. Thiers, A. Guiavarch, 2013. Eco-design of buildings using thermal simulation and life cycle assessment. *J. Clean Prod.*, 39, 73-78.
18. Yarbasi, N., Kalkan, E., Akbulut, S., Modification of the geotechnical properties, as influenced by freeze-thaw, of granular soils with waste additives, *Cold Regions Science and Technology*, Volume 48, Issue 1, April 2007, Pages 44-54
19. Zhang, X., L. Shen, Y. Wu, 2011. Green strategy for gaining competitive advantage in housing development: a China study. *J. Clean Prod.*, 2(19), 157-167.

ANEXOS

ENTREVISTA RE DIRIGIDA A MAESTROS DE LA CONSTRUCCION CIVIL DEL CANTON CHONE.



ANEXO 1

UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALAFARO” DE MANABI EXTENCION CHONE

FORMULARIO DE ENTREVISTA DIRIGIDA A MAESTROS DE LA CONSTRUCCION CIVIL DEL CANTON CHONE.

Contenido:

- 1.- ¿Usted conoce la existencia de ladrillos ecológicos?
- 2.- ¿Estaría dispuesto a utilizar el ladrillo ecológico es sus construcciones?
- 3.- ¿Cree usted que bajarían los costos de las viviendas al utilizar el ladrillo ecológico?
- 4 ¿El Ladrillo Ecológico al no ser quemado cree usted es amigable con el medio ambiente?
- 5.- ¿Al existir un distribuidor de ladrillo ecológico en la ciudad de Chone usted recomendaría este ladrillo?

6.- ¿Con respecto al peso usted utilizaría el ladrillo ecológico antes que el ladrillo artesanal?

7.- ¿Evalúa usted de positivo el hecho de implementar en la construcción ladrillos ecológicos?

8.- ¿Considera usted que la economía del usuario se verá beneficiada al incorporaren la construcción el ladrillo ecológico?

9.- ¿Con respecto al acabado, cree usted que este ladrillo prestará más facilidad al momento de pegado y enlucido?

10.- ¿Estaría de acuerdo que los artesanos de ladrillo artesanal también elaboren ladrillo ecológico?

**ENTREVISTA DIRIGIDA AI ING.TRAJANO VITERI MENDOZA
DIRECTOR DEL MIDUVI DE CHONE.**



ANEXO 2

**UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALAFARO” DE MANABI EXTENCION
CHONE**

**FORMULARIO DE ENTREVISTA DIRIGIDA AI ING.TRAJANO VITERI MENDOZA DIRECTOR
DEL MIDUVI DE CHONE.**

Contenido:

- 1.- ¿Cuál es su evaluación respecto a los programas de vivienda existentes en el cantón Chone?
- 2.- ¿Cree usted que los programas existentes satisfacen la demanda habitacional en el cantón?
- 3.- ¿Para usted qué importancia tienen los materiales de bajo costo en la vivienda popular?
- 4.- ¿Cuál es su criterio respecto a la utilización de un ladrillo ecológico en la construcción de vivienda a bajo costo?

ENTREVISTA DIRIGIDA A POTENCIALES USUARIOS DE VIVIENDAS DE BAJO COSTO DEL CANTON CHONE.



ANEXO 3

UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABI EXTENSION CHONE

FORMULARIO DE ENTREVISTA DIRIGIDA A POTENCIALES USUARIOS DE VIVIENDAS DE BAJO COSTO DEL CANTON CHONE.

Contenido:

- 1.- ¿Se encuentra usted participando de un proyecto habitacional?
- 2.- ¿Usted está de acuerdo que se debe proteger el medio ambiente?
- 3.- ¿Usted prefiere una vivienda con materiales amigables con el medio ambiente?
- 4.- ¿Usted estaría dispuesto a utilizar el ladrillo ecológico en la construcción de su futura vivienda?
- 5.- ¿Prefiere un ladrillo que ahorre material al momento de enlucir?
- 6.- ¿Cree usted que al utilizar el ladrillo ecológico se ahorra dinero?
- 7.- ¿Al tener un centro de venta de este ladrillo en Chone usted preferiría éste?

VIVIENDAS DEL MIDUVI

ANEXO 4



VIVIENDAS DEL MIDUVI



VIVIENDAS CON LADRILLOS ECOLOGICOS

ANEXO 5



VIVIENDAS CON LADRILLOS ECOLOGICOS

