



# POSGRADOS

## MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS

RPC-SO-30-No.502-2019

OPCIÓN DE  
TITULACIÓN:

PROPUESTA METODOLÓGICA Y TECNOLÓGICA AVANZADA

TEMA:

MODELO DE GESTIÓN PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS CON MATERIALES ALTERNATIVOS, QUE FOMENTE EL USO SOSTENIBLE DE RECURSOS NATURALES EN LA PARROQUIA PÍNTAG DEL CANTÓN QUITO.

AUTORES:

SANTIAGO ALEXANDER CALDERÓN CARRILLO

DIRECTOR:

PATRICIA FERNANDA PAZ MOLINA

QUITO –  
ECUADOR

COHORTE  
2021-2022

**Autor:**



***Santiago Alexander Calderón Carrillo***

Ingeniero Automotriz

Candidato a Magíster en Administración de Empresas,  
Mención Gestión de Proyectos por la Universidad

Politécnica Salesiana

scalderonc2@est.ups.edu.ec

**Dirigido por:**



***Patricia Fernanda Paz Molina***

Máster en Administración de Empresas

Docente Titular Auxiliar Nivel 1

Carrera de Administración de Empresas

Carrera de Contabilidad y Auditoría

Carrera de Ingeniería Industrial

Carrera de Biotecnología

Sede Quito

ppaz@ups.edu.ec

Todos los derechos reservados.

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la Ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra para fines comerciales, sin contar con autorización de los titulares de propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual. Se permite la libre difusión de este texto con fines académicos investigativos por cualquier medio, con la debida notificación a los autores.

**DERECHOS RESERVADOS**

©2023 Universidad Politécnica Salesiana

QUITO – ECUADOR – SUDAMÉRICA

CALDERÓN CARRILLO SANTIAGO A.

***MODELO DE GESTIÓN PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS  
CON MATERIALES ALTERNATIVOS, QUE FOMENTE EL USO SOSTENIBLE  
DE RECURSOS NATURALES EN LA PARROQUIA PÍNTAG DEL CANTÓN  
QUITO.***

## **RESUMEN**

En la actualidad todos los procesos están siendo transformados debido al consumo indiscriminado de recursos, y en ese contexto la implementación de criterios de sostenibilidad y sustentabilidad para el diseño y construcción de viviendas con materiales alternativos son indispensables. La industria de la construcción es una de las que más contamina el ambiente en el mundo por la gran cantidad de CO2 que emite en sus distintos procesos.

Es así que ahora las propuestas de construcción, remodelación y mantenimiento de edificaciones están enfocados en procesos que permitan tener sostenibilidad en el tiempo y que puedan garantizar sustentabilidad a la explotación de recursos.

En este trabajo de investigación se realizó un análisis del uso de bloque de tierra comprimido BTC en la construcción de viviendas de la parroquia Píntag del Cantón Quito. Para lo cual se recopiló información acerca de los materiales tradicionales utilizados en el sector, se identificaron sus beneficios y se propuso un modelo de gestión que permita la construcción de viviendas fomentando el uso sostenible de recursos y garantizando la calidad, confort y seguridad.

La implementación de matrices que permiten monitorear el uso de recursos y la propuesta de indicadores de evaluación fueron herramientas claves en el desarrollo exitoso de esta propuesta.

Adicional, se buscó proveer viviendas dignas a familias de escasos recursos, integrar en el proceso a la comunidad y formar técnicos capaces de dar mantenimiento y construir sus propios hogares.

**PALABRAS CLAVE:** Construcción Sostenible, Materiales Alternativos, Bloque de Tierra Comprimido, Indicadores de Sostenibilidad, Diseño de viviendas, Construcción de viviendas.

## **ABSTRACT**

Nowadays, all processes are being transformed due to the indiscriminate consumption of resources, and in this context the implementation of sustainability criterion for the design and construction of houses with alternative materials is essential. Worldwide, the construction industry is one of the most polluting industries due to the large amount of CO<sub>2</sub> it emits in its various processes.

Thus, now the proposals for the construction, remodeling and maintenance of buildings are focused on processes that allow for sustainability over time and that can guarantee sustainability to the exploitation of resources.

In this investigation, an analysis of the use of BTC compressed earth block in the construction of houses in the Parroquia Píntag of Quito city was carried out. For which information was collected about the traditional materials used in the sector, their benefits were identified and a management model was proposed that allows the construction of houses promoting the sustainable use of resources and guaranteeing quality, comfort and safety.

The implementation of matrices that allow monitoring the use of resources and the proposal of evaluation indicators were key tools in the successful development of this proposal.

Additionally, it looked for provide decent housing for low-income families, integrate the community into the process and train technicians capable of maintaining and building their own homes.

**KEYWORDS:** Sustainable Construction, Alternative Materials, Compressed Earth Block, Sustainability Indicators, Housing Design, Housing Construction.

## ÍNDICE GENERAL

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
1.1. Situación Problemática. Antecedentes .....	1
1.2. Formulación del Problema .....	2
1.3. Justificación teórica .....	2
1.4. Justificación práctica .....	2
1.5. Objetivos .....	3
1.5.1. Objetivo General .....	3
1.5.2. Objetivos Específicos .....	3
<b>2. MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>3</b>
2.1. Enfoques del marketing .....	3
2.2. Evolución del marketing.....	5
2.3. Marketing digital.....	5
2.4. Bases teóricas. Discusión de enfoques de diferentes autores. ....	5
2.5. Análisis crítico de las metodologías existentes relacionadas al problema. ....	9
<b>3. METODOLOGÍA</b> .....	<b>11</b>
3.1. Unidad de análisis .....	11
3.2. Población.....	12
3.3. Tamaño de muestra .....	14
3.4. Métodos a emplear. ¿Cuál y para qué? .....	15
3.5. Identificación de las necesidades de información. Fuentes primarias o secundarias. ....	15
3.6. Técnicas de recolección de datos ¿Cuáles y para qué? .....	15
3.7. Herramientas utilizadas para el análisis e interpretación de la información .....	16
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>16</b>
4.1. Análisis, interpretación y discusión de resultados .....	16
4.2. Propuesta Metodológica o Tecnológica .....	24
4.2.1. Premisas o supuestos .....	36
4.2.2. Objetivo de la propuesta metodológica .....	36
4.2.3. Objeto de la propuesta .....	36
4.3. Responsables de la implementación y control.....	36
4.4. Fases para su puesta en práctica.....	37
4.5. Indicadores de evaluación.....	41
<b>5. CONCLUSIONES</b> .....	<b>42</b>
<b>6. RECOMENDACIONES</b> .....	<b>43</b>
<b>7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>44</b>
<b>8. ANEXOS</b> .....	<b>46</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Cinco Fuerzas de Porter .....	4
<b>Figura 2.</b> Materiales de construcción a través del tiempo .....	6
<b>Figura 3.</b> Combinación de materiales alternativos .....	10
<b>Figura 4.</b> Sistemas constructivos tradicionales .....	11
<b>Figura 5.</b> Edad .....	16
<b>Figura 6.</b> Género.....	17
<b>Figura 7.</b> Nivel de Educación .....	17
<b>Figura 8.</b> Ocupación .....	18
<b>Figura 9.</b> Número de integrantes de la familia .....	18
<b>Figura 10.</b> Nivel de ingresos .....	19
<b>Figura 11.</b> Tipo de vivienda .....	19
<b>Figura 12.</b> Interés en tener una vivienda propia .....	20
<b>Figura 13.</b> ¿Conoce usted acerca del material de construcción bloque de tierra comprimido (BTC)? .....	20
<b>Figura 14.</b> ¿Piensa usted que una vivienda de bloque comprimido de tierra (BTC) puede brindar confort a sus habitantes?.....	21
<b>Figura 15.</b> ¿Piensa usted que una vivienda de bloque comprimido de tierra (BTC) es de buena calidad?.....	21
<b>Figura 16.</b> ¿Estaría dispuesto a vivir en una casa de bloque de tierra comprimido (BTC)?.....	22
<b>Figura 17.</b> ¿Si es propietario de un terreno estaría dispuesto a construir una vivienda de este tipo?.....	22
<b>Figura 18.</b> ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por una vivienda construida con bloque de tierra comprimido (BTC)?.....	23
<b>Figura 19.</b> ¿Estaría dispuesto a implementar un modelo de diseño y construcción con materiales alternativos en su vivienda si eso significa un ahorro vs la construcción con materiales convencionales? .....	23
<b>Figura 20.</b> ¿Cree usted que es importante el uso sostenible de recursos naturales en la construcción? .....	24
<b>Figura 21.</b> Responsables de la Implementación y Control.....	37
<b>Figura 22.</b> Fases del proyecto .....	37
<b>Figura 23.</b> Proceso de diseño de una vivienda .....	38
<b>Figura 24.</b> Proceso de construcción de una vivienda.....	39

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Población de la parroquia Píntag .....	12
<b>Tabla 2.</b> Tasa de crecimiento Intercensal 2001- 2010 .....	12
<b>Tabla 3.</b> Cálculo proyección de población Píntag 2020.....	13
<b>Tabla 4.</b> Tenencia o propiedad de la vivienda en la parroquia Píntag año 2010 .....	13
<b>Tabla 5.</b> Población económicamente activa-PEA, inactiva-PEI y en edad de trabajar- PET .....	14
<b>Tabla 6.</b> Determinación de la población objetivo.....	14
<b>Tabla 7.</b> Dimensiones mínimas de una vivienda .....	27
<b>Tabla 8.</b> Cuadro de Áreas.....	27
<b>Tabla 9.</b> Matriz de Implementación .....	29
<b>Tabla 10.</b> Resumen Gastos Proceso de Construcción .....	30
<b>Tabla 11.</b> Diferencia de costos por sistema de construcción .....	30
<b>Tabla 12.</b> Resumen de Actividades del Proceso de Construcción .....	31
<b>Tabla 13.</b> Matriz Impacto Ambiental y Socio Económico .....	32
<b>Tabla 14.</b> Medidas de Control .....	33
<b>Tabla 15.</b> Indicadores Homologados de Sostenibilidad.....	34
<b>Tabla 16.</b> Cronograma .....	40
<b>Tabla 17.</b> Matriz de evaluación y control.....	40
<b>Tabla 18.</b> Indicadores de evaluación .....	41

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1.</b> Planta tipo .....	28
<b>Gráfico 2.</b> Reutilización de aguas residuales .....	35
<b>Gráfico 3.</b> Eficiencia energética .....	35

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1. Situación Problemática. Antecedentes

Actualmente en el Ecuador, “el déficit habitacional es de más de 2 millones de viviendas, de los cuales 1,2 millones son necesarios en zonas urbanas y 850.000 en zonas rurales” (INEC, 2010). Además, según el Instituto de Estadísticas y Censos (INEC), en el sector urbano se ubican 6 de cada 10 viviendas. La falta de oportunidades en los sectores rurales del país ha obligado a los ecuatorianos a migrar a las zonas urbanas en busca de mejores oportunidades, y así materializar el sueño de tener una vivienda propia.

La constitución del Ecuador, en su artículo 30 dispone que “toda persona tiene derecho a un hábitat seguro y saludable, a una vivienda adecuada y digna con independencia de su situación social y económica” (Constitución de la República del Ecuador, 2008). Además es obligación del estado el “garantizar el acceso al hábitat y a la vivienda digna, elaborar, implementar y evaluar políticas, planes y programas de hábitat y acceso universal a la vivienda, partiendo de los principios de universalidad, equidad, interculturalidad, con el enfoque en la gestión de riesgo” (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

Lamentablemente a pesar de todas las políticas que fomentan y apoyan el sector de la construcción, en especial el de viviendas las cifras de personas que no poseen una vivienda digna o viven en estado de hacinamiento es alarmante.

A nivel mundial los términos de sostenibilidad y manejo eficiente de recursos vienen tomando fuerza desde hace varios años, más aun en la actualidad al enfrentar esta dura situación por la COVID 19, las personas han generado un pensamiento más consciente acerca de la explotación de recursos naturales, ya que el sector de la construcción es uno de los que más contamina a nivel mundial, es imperativo buscar alternativas de construcción que permitan un uso sostenible de recursos.

“El sector de la construcción es uno de los cinco más importantes para el país. En 2019 representó 8,17% del PIB real nacional (\$ 5.874 millones). También generó 6,1% del total de empleos y atrajo \$ 69 millones en Inversión Extranjera Directa. Además, la construcción demanda anualmente más de \$ 1.900 millones del sistema financiero tanto público como privado. Debido a la crisis por el coronavirus, los datos de los primeros meses muestran cifras desalentadoras, pero se espera una contracción mucho mayor.” (Revista Gestión, Julio 19, 2020)

Al ser este sector tan dinamizador de la economía del país, y debido a la gran demanda de viviendas dignas para las familias ecuatorianas es muy importante generar nuevas propuestas para el diseño y construcción de viviendas con materiales alternativos y una explotación de recursos sostenible y eficiente.

## **1.2. Formulación del Problema**

### Problema General

¿El modelo para la gestión del diseño y construcción de viviendas con materiales alternativos, fomenta el uso sostenible de recursos naturales en la parroquia Píntag del cantón Quito?

### Problemas Específicos

¿Los materiales alternativos de construcción brindan calidad y confort?

¿La construcción de una vivienda con materiales alternativos disminuye el uso de recursos no renovables?

¿Durante el proceso de construcción se considera el uso sostenible de recursos?

## **1.3. Justificación teórica**

Según, Hernández-Zamora, M. (2021). “Las construcciones se han convertido en un grave problema ambiental”. La industria de la construcción obtiene su materia prima casi en su totalidad del medio ambiente y su uso sostenible es fundamental para garantizar un mundo habitable para las futuras generaciones.

Es así que todos los lineamientos en la actualidad se basan en la Gestión Sostenible de Recursos (energía, agua, residuos, etc.), además se hace énfasis en la participación del gobierno en la normativa del uso del suelo y en proponer un desarrollo urbano y de vivienda sostenible. (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Píntag 2012 – 2025).

La presente investigación busca crear un modelo para el diseño y construcción de viviendas para personas con limitados recursos con materiales alternativos, utilizando mano de obra local dinamizando la economía y permitiendo que muchas familias de la parroquia rural Píntag del cantón Quito puedan acceder a una casa digna, priorizando la gestión sostenible de recursos.

Los moradores de la parroquia serán los principales beneficiarios ya que tendrán acceso a la información de los materiales alternativos necesarios para la construcción de viviendas, sus características, beneficios y técnicas de construcción.

## **1.4. Justificación práctica**

Con la implementación del modelo de gestión para el diseño y construcción de viviendas en la parroquia rural Píntag del cantón Quito, se utilizan los parámetros y criterios técnicos propuestos para la construcción de viviendas de los habitantes de la parroquia. Logrando así que las construcciones utilicen materiales alternativos, que se emplee mano de obra local, que generen una reducción en la explotación de recursos no renovables, que el costo de construcción y mantenimiento sea menor (Gómez, B., & Sánchez, J., 2017) y de esta forma que más familias puedan acceder

a una vivienda propia, digna y confortable. (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Píntag 2012 – 2025).

## **1.5 Objetivos**

### **1.5.1. Objetivo General**

Crear un modelo de gestión para el diseño y construcción de viviendas con materiales alternativos, que fomente el uso sostenible de recursos naturales en la parroquia Píntag del cantón Quito.

### **1.5.2. Objetivos Específicos**

Identificar parámetros de calidad en el diseño y construcción de la vivienda con materiales alternativos que garantizan el confort al usuario final.

Incorporar criterios técnicos en el diseño y construcción de la vivienda para disminuir el uso de recursos no renovables.

Establecer indicadores de sostenibilidad para el proceso de construcción de la vivienda.

## **2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Enfoques del marketing**

Para poder implementar un nuevo modelo de diseño y construcción de viviendas con materiales alternativos es necesario hacer un análisis del entorno específico, para lo que se utilizó la herramienta de las cinco fuerzas de Porter.

**Figura 1.** Cinco Fuerzas de Porter



Fuente: Elaboración Propia

Analizadas las cinco fuerzas competitivas, se puede concluir que debido a la diferenciación del producto, es un proyecto que puede ser aceptado en el mercado de la construcción ecuatoriana.

De esta manera se procede a plantear estrategias de acuerdo a las 4Ps del marketing:

Según E. Jerome McCarthy, 1960 “Los cuatro elementos básicos para definir el concepto de marketing son: Producto, precio, punto de venta y promoción”. “Estas cuatro variables del marketing mix, conocidas como "las 4 P del marketing", tienen la capacidad de explicar óptimamente cómo funciona el marketing de una forma integral y completa, lo que entronca con el concepto del marketing mix”. (Botey, 2020)

#### Estrategias del producto

La estrategia de diferenciación de las viviendas, es la construcción de las mismas con materiales alternativos, resaltando la explotación sostenible y sustentable de recursos para su construcción.

### Estrategias de plaza

La plaza o el nicho de mercado que se busca es para la gente de escasos recursos o limitados, capaces de acceder a una vivienda de interés social (VIS).

Aprovechar el apoyo del Gobierno con su Política financiera para vivienda “Proyecto Casa para Todos”.

### Estrategias de precio

El precio estará dentro de lo expuesto en la Política financiera para vivienda “Proyecto Casa para Todos”. Para las VIS (Vivienda de Interés Social) desde \$23.024 hasta \$71.064.

El precio será menor que una vivienda construida con materiales convencionales.

### Estrategias de promoción

La promoción de las viviendas se desarrollará en la comunidad, con moradores del sector y con alianzas con la junta parroquial. Puntualizando el precio más bajo y los beneficios de la construcción con materiales alternativos.

## **2.2 Evolución del marketing**

El marketing y sus herramientas de análisis para la implementación de nuevos proyectos se han vuelto indispensables en la actualidad.

Antes, la ejecución de proyectos y su éxito eran cuestiones de asar, ahora un buen análisis del macro entorno y del entorno específico, además de proponer estrategias adecuadas basándose en las 4Ps del marketing permiten minimizar los riesgos al momento de iniciar un proyecto de construcción.

Adaptarse a las nuevas tendencias, es parte de la evolución del marketing, es así que esta propuesta busca una construcción sostenible de viviendas, que utilice materiales alternativos, locales y que su impacto sea menor en el medio ambiente.

## **2.3 Marketing digital**

“Marketing Digital es el conjunto de estrategias volcadas hacia la promoción de una marca en el internet. Se diferencia del marketing tradicional por incluir el uso de canales y métodos que permiten el análisis de los resultados en tiempo real”. (rdstation, 2021)

El uso de esta herramienta y todos sus beneficios deberán ser evaluados para ver si es posible su implementación en este proyecto, ya que el nicho del sector es gente de escasos recursos, habitantes de parroquias rurales.

Se puede utilizar esta herramienta para poder llegar a otros posibles compradores, jóvenes con ideologías ambientalistas y con consciencia de la explotación sostenible de recursos que quieran formar parte del proyecto.

## **2.4. Bases teóricas. Discusión de enfoques de diferentes autores.**

Para realizar el estudio o investigación de los materiales alternativos de la construcción es importante entender la evolución en las viviendas, los distintos

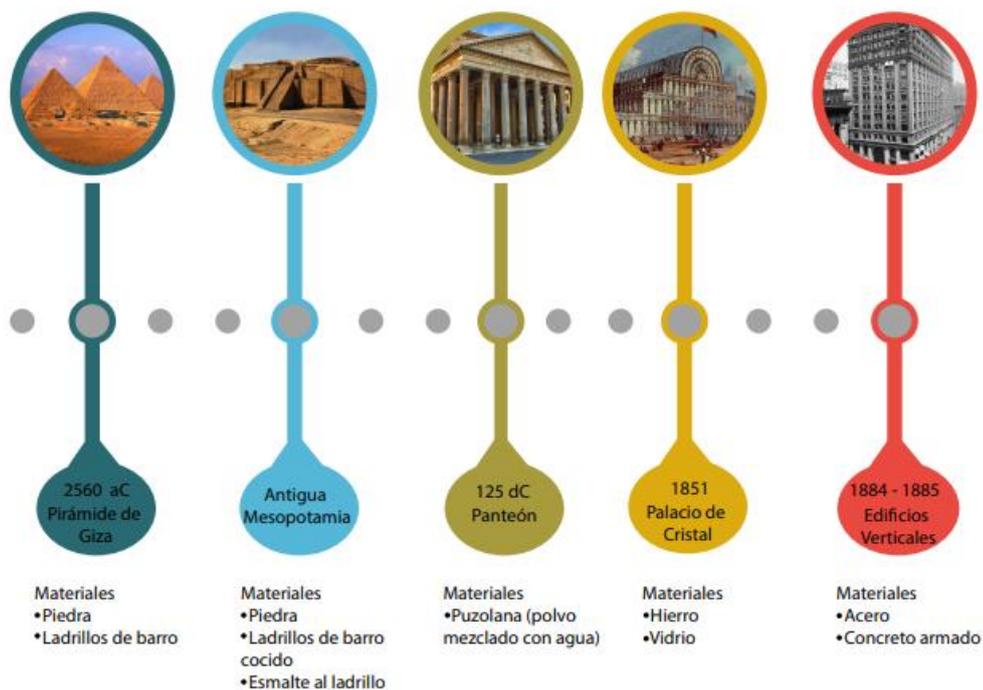
materiales de construcción utilizados a lo largo del tiempo, sus orígenes y como debido al alto índice de contaminación y la explotación indiscriminada de recursos naturales, aparece el termino sostenibilidad en el uso y explotación de recursos.

“El desarrollo de la construcción ha estado siempre ligado a la disponibilidad de los materiales y de las técnicas que han determinado sus características y escala.” (Guzmán, Adriana. 2021)

“El proceso de construcción se realizó durante miles de años con dos materiales: la piedra y los ladrillos de barro cocido. Luego, en la antigua Mesopotamia se trabajó con otro material: el ladrillo, con el que se construyeron las primeras ciudades. Después, en Roma se logró un adelanto impresionante con otro material muy novedoso para la época, polvo mezclado con agua que se convierte en piedra: la puzolana. Este material permitió la construcción de los principales edificios y obras públicas de los romanos, especialmente del Panteón (125 d.C.), con una bóveda que aún asombra a los que lo visitan. El paso siguiente fue la incorporación del hierro en la construcción, con una obra -el Palacio de Cristal (1851)- que logró resultados impresionantes; la modulación de los materiales; el primer proceso de prefabricación; un ensamblado en tiempo récord; y el vidrio como material de construcción para envolver al edificio. Con ese antecedente aparecieron materiales nuevos: el acero y el concreto armado. Con el acero se realizaron los primeros edificios verticales con estructura independiente de los muros, que sigue siendo una manera rápida y eficiente de construir.” (Fernández, 2013)

**Figura 2.** Materiales de construcción a través del tiempo

## Línea de tiempo



Fuente: Elaboración Propia, información extraída de (Fernández, 2013)

“En los próximos años la industria de la construcción ya no será la misma. Desde mediados del siglo XX, se están gestando importantes innovaciones y cambios en la concepción de procesos constructivos y nuevos materiales. Es así que este cambio va de la mano con avances en nanotecnología, biomímesis e incluso una revisión histórica de materiales ‘olvidados’ por la sociedad”. (Ávila, 2019)

Tal como lo comenta el catedrático Carlos Ávila en el texto anterior la tendencia actual de la construcción apunta hacia la construcción con materiales alternativos, como el adobe, bloques de tierra, madera y materiales reciclados.

En este mismo sentido el Arq. Bolívar Romero, de la Fundación Marca Hábitat, comenta:

“Con tecnología tradicional como el tapial, adobe, bareque (sistema constructivo mixto: canastilla vegetal y relleno de tierra), teja y madera. Este sistema puede ser aplicado en el área rural, urbano marginal y urbano. En la zona rural hay la facilidad de los materiales, mientras que en la urbana es factible preindustrializar los materiales”,

Lastimosamente, dice Romero, el adobe, el bareque y el tapial fueron menospreciados, porque se creía que eran formas de expresión de la arquitectura de la pobreza. "Hoy estos materiales están siendo recuperados en la propuesta estética y tecnológica, para acercarlos a la modernidad", donde se conjugan hasta colores pasteles y vivos, lejos del tradicional blanco. (LA HORA, 2004)

Con estos criterios considero importante remarcar los materiales alternativos que por sus propiedades, mecánicas y térmicas con los más usados.

“El adobe se ha utilizado en todo el mundo, incluso en áreas de ríos fangosos del antiguo Egipto y la arquitectura antigua del Medio Oriente. Mayormente se lo encuentra en la arquitectura primitiva: los ladrillos de adobe se utilizaron incluso antes de los grandes templos de piedra de Grecia y Roma. Los métodos de construcción y la composición del adobe varían según el clima, las costumbres locales y la época histórica”. (Craven, 2019)

Otro de los materiales más utilizados de los llamados no convencionales es el Bloque de Tierra Comprimido (BTC). “El bloque de tierra comprimido es un elemento prefabricado de construcción hecho de una mezcla de tierra arcillosa, arena, agregados y estabilizantes compactados individualmente en forma de bloques, utilizando una máquina de compresión.” (Jaramillo, D. E. A., & Charry, A. C, 2017)

“El BTC es un sustituto del ladrillo convencional en actividades de construcción, se utiliza en muros de carga, normales, de calor y en hornos Finnoven. Este material es apilado manualmente por hiladas, al igual que los ladrillos comunes, pero se diferencia de estos porque se utiliza una mezcla de los propios materiales como mortero”. (MUNDO CONSTRUCTOR)

“La caña Guadua angustifolia Kunth es un material con propiedades estructurales que la hacen resistente, flexible y con gran capacidad de absorber energía, lo que la convierte en un material ideal para construcciones sismo resistentes. Todas sus

partes son aprovechables, posee fibras naturales muy fuertes lo que la hace digna de competir con la madera y útil para elaborar aglomerados, laminados, pisos, paneles y esteras, entre otros”. (Fernández, 2020).

Los parámetros técnicos a considerar en el uso de caña guadua para la construcción los podemos encontrar en normas internacionales como: “ISO TC165 N-313 (Bamboo Structural Design, Canadá), la NTC 5407 (Norma Técnica Colombiana), Norma E.100 Bambú (Lineamientos Técnicos para el diseño y construcción de edificaciones sismoresistentes con bambú en el Perú)”. (Vanga, M. G., Briones, O., Zevallos, I., & Delgado, D., 2021)

“En cuanto a la normativa de Ecuador en especial, es la relacionada al código NEC-SE-GUADÚA” (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2016).

En relación a otros autores que han realizado la investigación acerca del uso de materiales alternativos en la construcción de viviendas puedo citar a los siguientes como los más representativos en la región:

- “Materiales Alternativos: Un prototipo para la construcción de viviendas de interés social en laderas. Investigación realizada en noviembre de 2018 en Medellín Colombia en el Programa de arquitectura. Facultad de Arquitectura e Ingeniería de la Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia.” Autores: Daniela Gómez Arias, Jhoes E. Tamayo Martínez, Karina Urrego Castrillón.

En donde concluyen que como base fundamental para el diseño utilizando materiales alternativos, se debe tener claro sus procesos constructivos, para un mejor aprovechamiento de los mismos y brindar así un mejor confort a sus habitantes. (Daniela Gómez Arias, 2018)

- En el Artículo de Investigación: “Bioconstrucción de vivienda unifamiliar de interés social con caña Guadua angustifolia Kunth”, realizado por Vanga, M. G., Briones, O., Zevallos, I., & Delgado, D., 2021, manifiesta que:

“Uno de los materiales que hace que las viviendas sean sostenibles y que ha demostrado tener propiedades físico mecánicas ideales para la construcción es la caña guadúa. Esta se produce en mayor cantidad en la zona de la costa y en especial en la provincia de Manabí, lo que hace de este componente un material asequible que contribuye además a promover el desarrollo local. Para mitigar el desconocimiento sobre normativas, subsidios y un diseño arquitectónico viable, se presentó la memoria descriptiva de un proyecto de construcción de vivienda de interés social, que puede servir de guía para ser presentado”.

- Como pudo concluir Diego del Pozo Andrade en su estudio de: “Factibilidad de construcción de un conjunto habitacional en la parroquia de Tababela, con materiales alternativos amigables al ambiente y de gestión energética sustentable. Tesis de grado para la obtención del título de ingeniería en negocios internacionales, UIDE, julio 2015”. “El proyecto es económicamente viable, tiene aceptación por parte de los usuarios Se estima

que el proyecto será rentable debido a que se determinó que el valor actual neto asciende a \$ 302.734,3 mientras que la Tasa Interna de Retorno llega a 25,05%, valor superior a la tasa de descuento determinada por el WACC en 10,13%. Se concluye además que el período de recuperación de la inversión se logra en el tercer año, tanto en valores absolutos como descontados y que el retorno de la inversión es de 164,60%. Todos estos elementos reflejan una situación favorable para la inversión en el proyecto propuesto”.

Luego de la investigación acerca de la evolución en el sector de la construcción, los materiales utilizados históricamente y otros autores que han incursionado en la construcción con materiales alternativos es necesario destacar que la construcción constituye un sector económico muy amplio, el cual abarca desde el procesamiento de la materia prima, la logística y el proceso de construcción como tal, debido a la gran cantidad de áreas que abarca es uno de los sectores más dinamizadores de la economía en todo el mundo, pero así mismo es uno de los más contaminantes, siendo así que “La Comisión Nacional de Vivienda (Conavi) indicó: el sector de la construcción es responsable de más del 50% de las emisiones contaminantes en el mundo, desde la fabricación de materiales, transporte, procesos constructivos del inmueble y el uso”. (Esperanza, 2018)

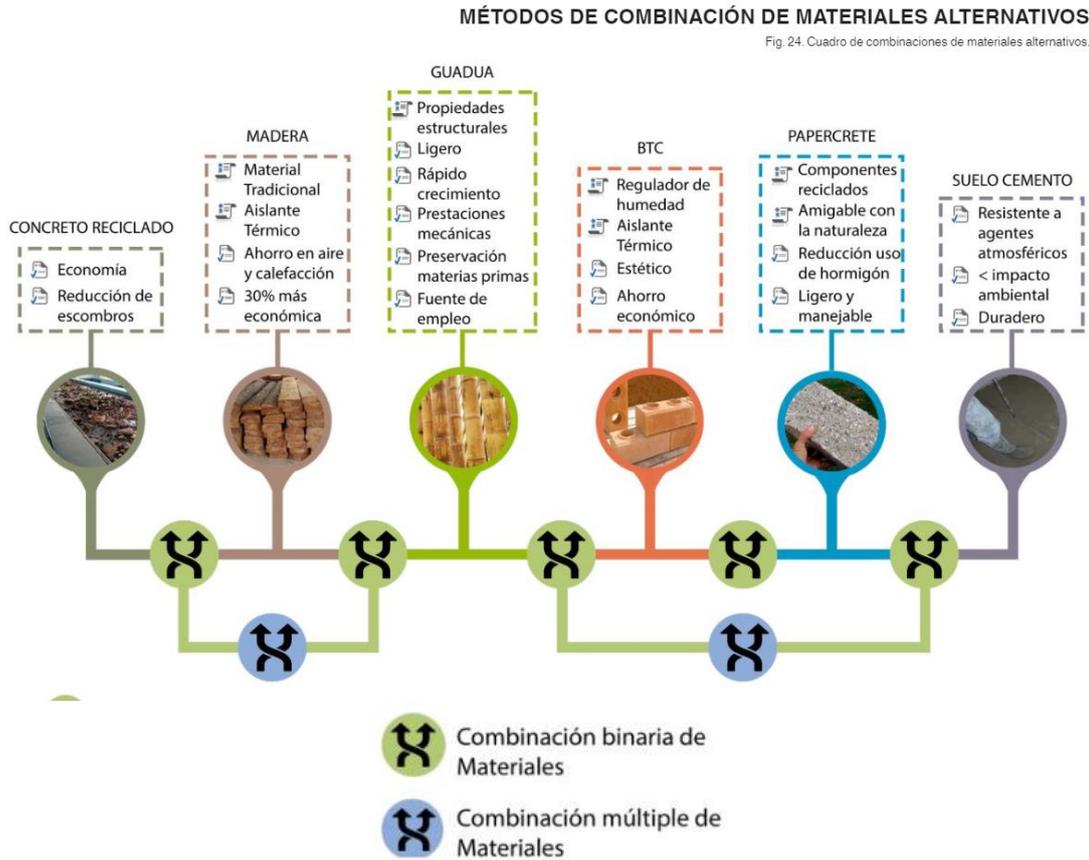
Entonces se vuelve fundamental el desarrollar nuevas propuestas para el diseño y construcción que busquen la explotación sostenible de recursos. Es por este motivo que el presente trabajo busca crear un modelo de gestión que utilice materiales alternativos para la construcción de viviendas.

## **2.5. Análisis crítico de las metodologías existentes relacionadas al problema.**

Todos los autores de los cuales se recopiló información como sustento teórico-bibliográfico para el desarrollo del presente trabajo investigativo concuerdan en el impacto negativo y todas las consecuencias que tiene la industria de la construcción para el medio ambiente.

En este sentido muy importante desarrollar e implementar técnicas de construcción con materiales alternativos para viviendas, en este enfoque se concluyen dos aspectos muy importantes, por una parte las ventajas y beneficios que dan los materiales alternativos de construcción, tales como resistencia, propiedades térmicas y sísmicas; y por otro lado los costos más bajos vs. la construcción con materiales convencionales, es así que varios de los proyectos e investigaciones citadas están enfocadas en la construcción de viviendas para personas de bajos recursos.

**Figura 3. Combinación de materiales alternativos**



Fuente: (Daniela Gómez Arias, 2018)

De los criterios acerca de los materiales alternativos de construcción citados en el punto anterior, y concordando con lo expuesto por (Daniela Gómez Arias, 2018) los materiales alternativos no necesariamente deben utilizarse aisladamente sino que pueden combinarse para lograr un mejor resultado.

Los sistemas constructivos tradicionales básicamente son dos: muros portantes y sistema aporticado. Por sus características, un sistema de construcción tradicional como el aporticado, aquel que está compuesto por vigas, columnas, zapatas, muros no estructurales y losas aligeradas es el más adecuado al momento de combinar materiales alternativos y convencionales tales como se detalla en la figura 4.

**Figura 4.** Sistemas constructivos tradicionales



Fuente: (Daniela Gómez Arias, 2018)

De esta forma, después de analizada toda la información de autores que han desarrollado la construcción de viviendas con materiales alternativos y para la realidad geográfica, climática y cultural, la metodología utilizada por Daniela Gómez Arias, 2018 es la más adecuada.

### 3. METODOLOGÍA

#### 3.1. Unidad de análisis

“La parroquia de Píntag está localizada en la Provincia de Pichincha, en el Distrito Metropolitano de Quito, situada al sur oriente de la Capital”. (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia de Píntag, 2012)

“Sus límites son:

Norte: Parroquias de Tumbaco, La Merced, Alangasí y Pifo

Sur: Cantón Mejía

Este: Provincia de Napo

Oeste: Mejía y Rumiñahui”

Fuente: (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia de Píntag, 2012)

“La altura de la parroquia de Píntag va de entre 2400 a 4500 metros sobre el nivel del mar, su clima varía entre frío en la parte alta, hasta templado en la parte occidental y la superficie aproximada de la parroquia es de 490,14 km<sup>2</sup>”. (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia de Píntag, 2012)

El análisis se enfocó a las familias que no tienen vivienda propia y que deseen construir su vivienda.

### 3.2. Población

“La población de Píntag al 2010 es de 17930 habitantes”. (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia de Píntag, 2012)

**Tabla 1.** Población de la parroquia Píntag

ÁREA		
URBANO	RURAL	Total Habitantes
-	17,930	17,930

Fuente: Extraído de (INEC, 2010)

Se determinó el crecimiento de la población consultando en el INEC la proyección, como se indica:

**Tabla 2.** Tasa de crecimiento Intercensal 2001- 2010

Parroquia	Tasa de Crecimiento Anual 2001-2010		
	Hombre	Mujer	Total
PINTAG	2.27%	2.47%	2.37%

Fuente: Extraído de (INEC, 2010)

Con la información de la tabla 2. Se proyectó el crecimiento de la población de la parroquia de Píntag al 2020.

**Tabla 3.** Cálculo proyección de población Píntag 2020

		<b>Tasa de crecimiento Anual</b>
<b>Año</b>	<b>Total Habitantes</b>	<b>2.37%</b>
2010	17,930	425
2011	18,355	435
2012	18,790	445
2013	19,235	456
2014	19,690	466
2015	20,157	478
2016	20,635	489
2017	21,123	500
2018	21,624	512
2019	22,136	524
<b>2020</b>	<b>22,661</b>	

Fuente: Elaboración Propia

El valor calculado en la tabla 3. Nos indicó que la proyección es de 22,661 habitantes en el 2020.

Se recopiló información del INEC, acerca de la tenencia de viviendas, con el objetivo de determinar el porcentaje de habitantes en la parroquia que son propietarios.

**Tabla 4.** Tenencia o propiedad de la vivienda en la parroquia Píntag año 2010

<b>Tenencia o propiedad de la vivienda</b>	<b>Casos</b>	<b>Porcentaje</b>
Propia y totalmente pagada	2302	49.54%
Propia y la está pagando	200	4.30%
Propia (regalada, donada, heredada o por posesión)	771	16.59%
Prestada o cedida (no pagada)	721	15.52%
Por servicios	126	2.71%
Arrendada	524	11.28%
Anticresis	3	0.06%
Total	4647	100.00%

Fuente: Extraído de (INEC, 2010)

Con el cuadro anterior se evidenció que 70,43% del total de la población de la Parroquia tiene vivienda propia, el porcentaje restante es decir 29,57% no tienen vivienda.

Se determinó el segmento de la población que está en capacidad de construir o es sujeto de crédito bancario para lo cual se recopiló datos económicos de la población de la parroquia como se muestra en la tabla 5.

**Tabla 5.** Población económicamente activa-PEA, inactiva-PEI y en edad de trabajar-PET

AÑO	PEA	%	PEI	%	PET	%
2010	7711	43.01%	6448	35.96%	14159	78.97%

Fuente: Extraído de (INEC, 2010)

Con toda la información recopilada se procedió a determinar la población objetivo, que potencialmente utilizará el modelo de gestión propuesto para el diseño y construcción de viviendas con materiales alternativos.

**Tabla 6.** Determinación de la población objetivo

Descripción	Cantidad
Población 2020	22,661
PET Población en edad de trabajar 78,97%	17,895
PEA Población Económicamente Activa 43,01%	7,696
Habitantes que no poseen vivienda propia 29,57%	2,276
Habitantes promedio por vivienda 4	569
<b>Población Objetivo</b>	<b>569</b>

Fuente: Extraído de resumen tablas anteriores, por Calderón S., 2021

### 3.3. Tamaño de muestra

Una vez definido el tamaño de la población se procedió a determinar el tamaño de la muestra mediante la fórmula probabilística.

$$n = \frac{Z^2 * p * q * N}{N * e^2 * Z^2 * p + q}$$

Certeza 90%

Z 1,65 Nivel de confianza

p 0,5 Probabilidad de éxito

q 0,5 Probabilidad de fracaso

N 569 Universo

e 0,1 error

**Respuesta n = 75 personas (cabezas de familia)**

### **3.4. Métodos a emplear. ¿Cuál y para qué?**

•Método Analítico argumentativo ya que basándose en los resultados obtenidos mediante la revisión bibliográfica se propondrá indicadores, parámetros y criterios técnicos que permitan cumplir los objetivos planteados. Además, con el fin de determinar las variaciones existentes utilizando los distintos materiales de construcción tanto en su confort, calidad y precio.

•Método Delphi se realizará una entrevista con la participación de expertos en el área para contrastar la propuesta y para consolidar todos los criterios técnicos acerca del uso de materiales alternativos en la construcción de viviendas y su impacto en la explotación sostenible de recursos naturales.

•Método comparativo ya que es necesario comparar los beneficios que aporta la construcción con materiales alternativos vs. El uso de materiales tradicionales. Para elaborar una matriz con los indicadores relacionados a la propuesta.

### **3.5 Identificación de las necesidades de información. Fuentes primarias o secundarias.**

La metodología que se utilizará para resolver el problema de investigación será cuantitativa, mediante la recopilación de información a través de técnicas investigativas documentales mediante revisiones bibliográficas, fuentes de datos primarias y secundarias, artículos, textos relacionados al tema, método Delphi. Que servirá como soporte para obtener las conclusiones a la investigación propuesta.

#### Fuentes primarias

- Administración Zonal Los Chillos
- Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Píntag 2012-2025
- Ordenanzas Municipales
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC

#### Fuentes secundarias

- Páginas web
- Certificación LEED (Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental)
- Revistas
- Artículos Técnicos

### **3.6. Técnicas de recolección de datos ¿Cuáles y para qué?**

Las técnicas utilizadas para la obtención de información se indican a continuación:

**Entrevista**, “Técnica orientada a establecer contacto directo con las personas que se consideren fuente de información. A diferencia de la encuesta, que se ciñe a un cuestionario, la entrevista, si bien puede soportarse en un cuestionario muy flexible, tiene como propósito obtener información más espontánea y abierta. Durante la

misma, puede profundizarse la información de interés para el estudio.” (Bernal, 2010)

Se empleó la entrevista para profundizar la información de interés para el estudio. Fue aplicada a profesionales en la construcción de viviendas que utilizan materiales alternativos. Con el objetivo de determinar las técnicas actuales y los materiales más utilizados así como sus beneficios.

**Encuesta**, “Una encuesta es la aplicación de un cuestionario a un grupo representativo del universo que estamos estudiando.

La encuesta social consiste en recoger datos referentes a las condiciones de vida y de trabajo de la población de cierta zona, a fin de contribuir a la adopción de medidas sociales prácticas.” (Baena Paz, 2017)

La encuesta se aplicó a la población de muestra, para conocer el interés por construir una vivienda con materiales alternativos.

### 3.7. Herramientas utilizadas para el análisis e interpretación de la información

Debido a la capacidad para procesar datos y generar tablas, se empleará Microsoft Excel, para analizar la información obtenida de las encuestas.

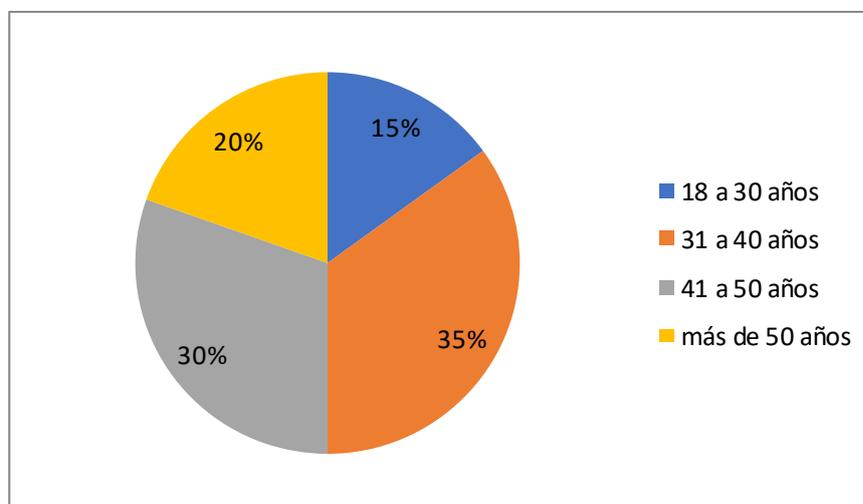
Adicional, se utilizará Microsoft Word que permitirá elaborar el cuestionario empleado para la encuesta y la entrevista.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Análisis, interpretación y discusión de resultados

Resultados de la encuesta realizada a 75 personas, cabeza de familia, de la parroquia de Píntag, los datos obtenidos se resumen a continuación:

**Figura 5. Edad**



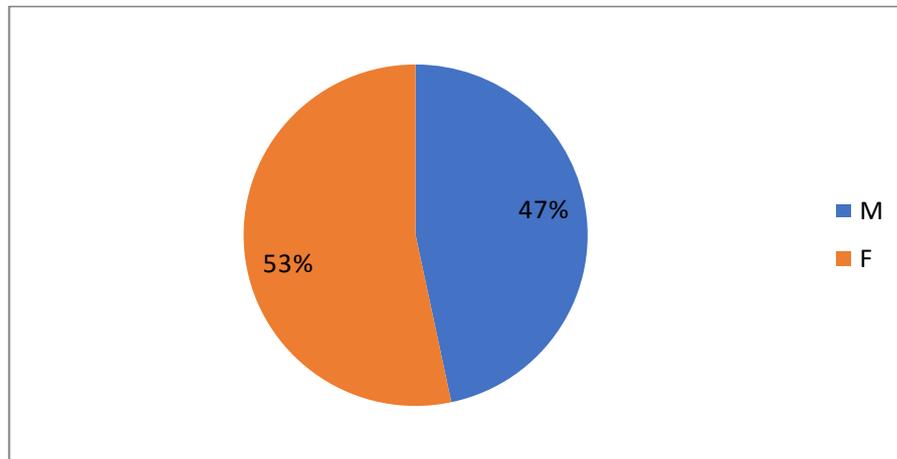
Fuente: Extraído de encuestas

**Análisis:**

Esta pregunta se formula para identificar el rango de edad de la población encuestada.

Esta encuesta fue realizada a habitantes de la parroquia de Píntag, distribuidos de la siguiente forma: más de 50 años 19.6%; de 41 a 50 años 30,4%; de 31 a 40 años 35,1% y de 18 a de 30 14,9%.

**Figura 6. Género**



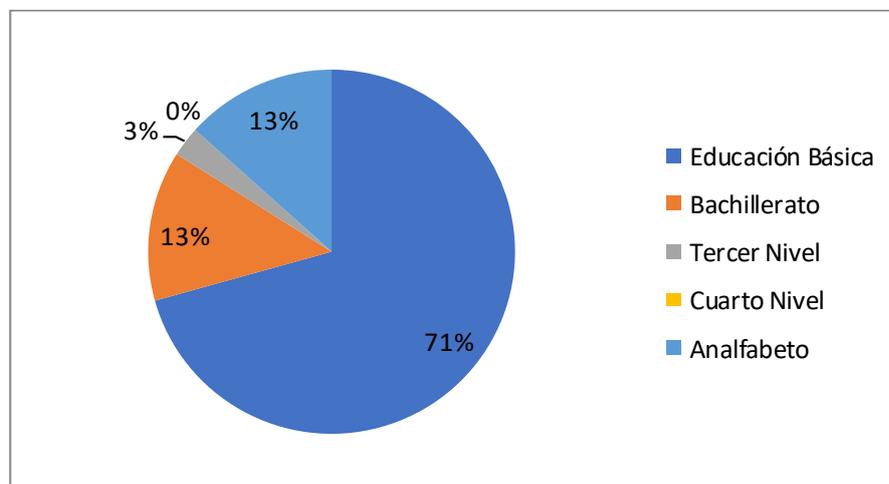
Fuente: Extraído de encuestas

**Análisis:**

Esta pregunta se formula para identificar el género de la población encuestada.

Esta encuesta fue realizada a habitantes de la parroquia de Píntag, distribuidos de la siguiente forma: Personas de género masculino 53.33% y femenino 46.66%.

**Figura 7. Nivel de Educación**



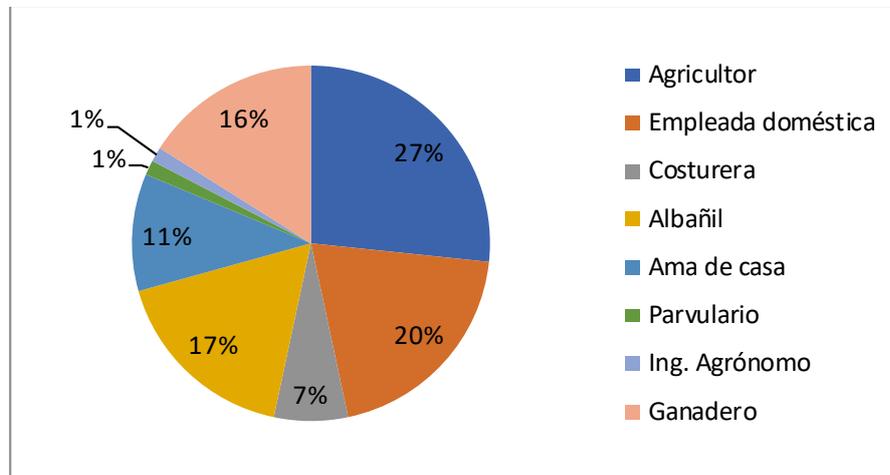
Fuente: Extraído de encuestas

### Análisis:

Esta pregunta se formula para identificar el nivel de educación de la población encuestada.

Esta encuesta fue realizada a habitantes de la parroquia de Píntag, distribuidos de la siguiente forma: personas con nivel de educación básica 70.66%, bachillerato 13.33%, tercer nivel 2.66%, cuarto nivel 0% y analfabetos 13.33%.

**Figura 8.** Ocupación



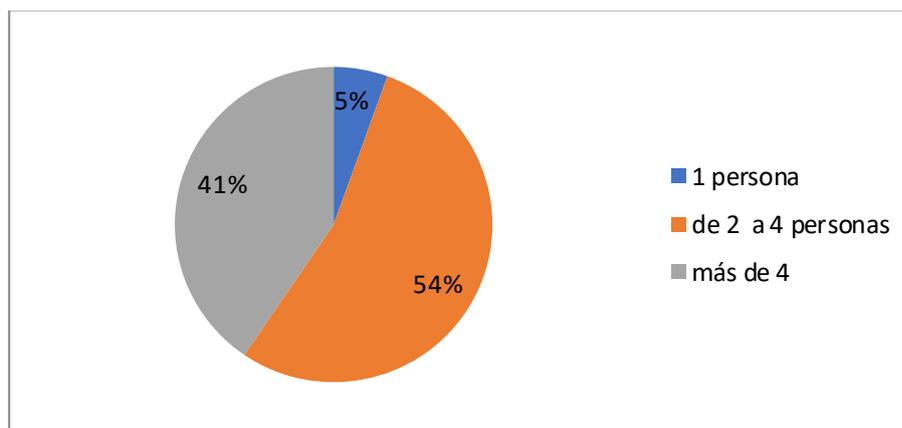
Fuente: Extraído de encuestas

### Análisis:

Esta pregunta se formula para identificar las ocupaciones de la población encuestada.

Esta encuesta fue realizada a habitantes de la parroquia de Píntag, distribuidos de la siguiente forma: personas que son agricultores o trabajan en la tierra 26.66%, empleada doméstica 20%, costurera 6.66%, Albañil o que trabaja en construcción 17.33%, ama de casa 10.66%, Parvulario 1.33%, Ing. Agrónomo 1.33% y Ganadero 16%.

**Figura 9.** Número de integrantes de la familia



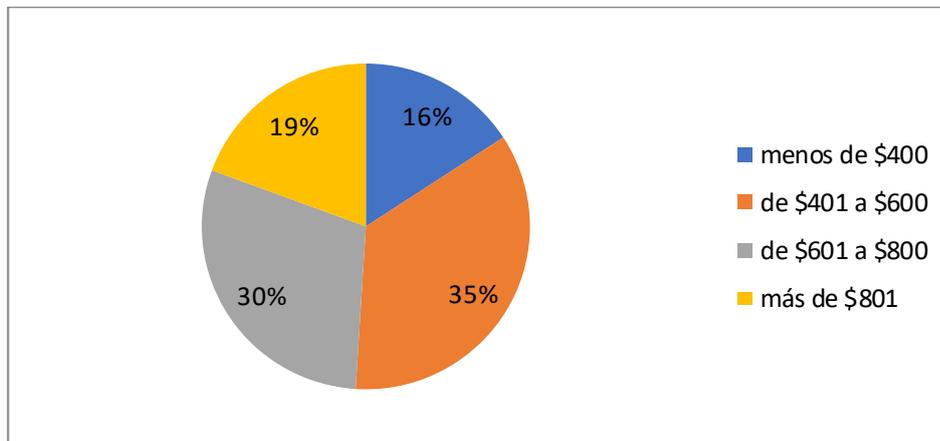
Fuente: Extraído de encuestas

**Análisis:**

Esta pregunta se formula para identificar el número de integrantes por familia de la población encuestada.

Esta encuesta fue realizada a habitantes de la parroquia de Píntag, distribuidos de la siguiente forma: familias compuestas por 1 persona: 5.5%; entre 2 y 4 personas 54% y más de 4 personas 40,5%.

**Figura 10.** Nivel de ingresos



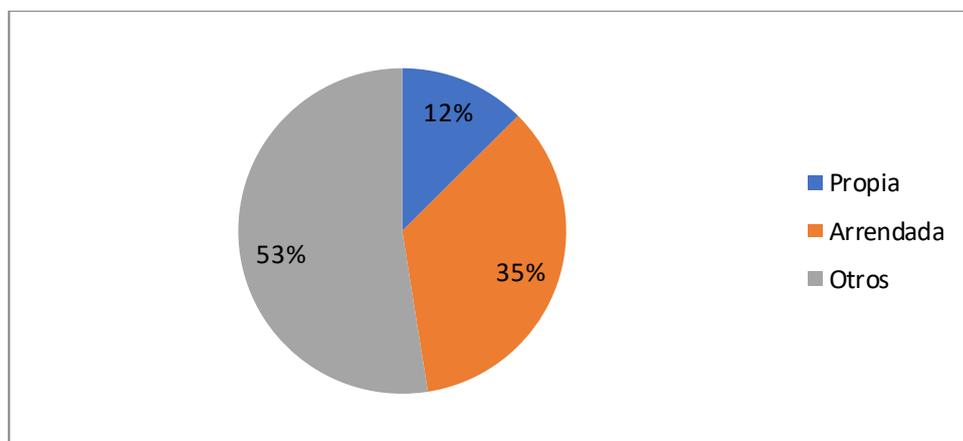
Fuente: Extraído de encuestas

**Análisis:**

Esta pregunta se formula para identificar los niveles de ingreso de la población encuestada.

Esta encuesta fue realizada a habitantes de la parroquia de Píntag, distribuidos de la siguiente forma: menos de \$400: 15.8%; de \$401 a \$600: 35.2%; de \$601 a \$800: 29.6% y más de \$801: 19.4%.

**Figura 11.** Tipo de vivienda



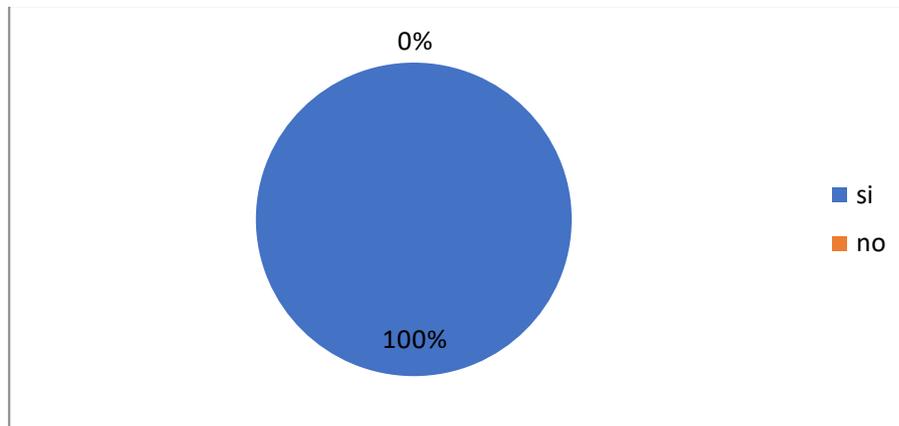
Fuente: Extraído de encuestas

**Análisis:**

Esta pregunta se formula para identificar a necesidad de vivienda de la población encuestada.

Esta encuesta fue realizada a habitantes de la parroquia de Píntag, distribuidos de la siguiente forma: propietarios de vivienda: 12.5%; vivienda arrendada: 35%; otros (prestada, trabajan el terreno, cuidadores): 52.5%.

**Figura 12.** Interés en tener una vivienda propia



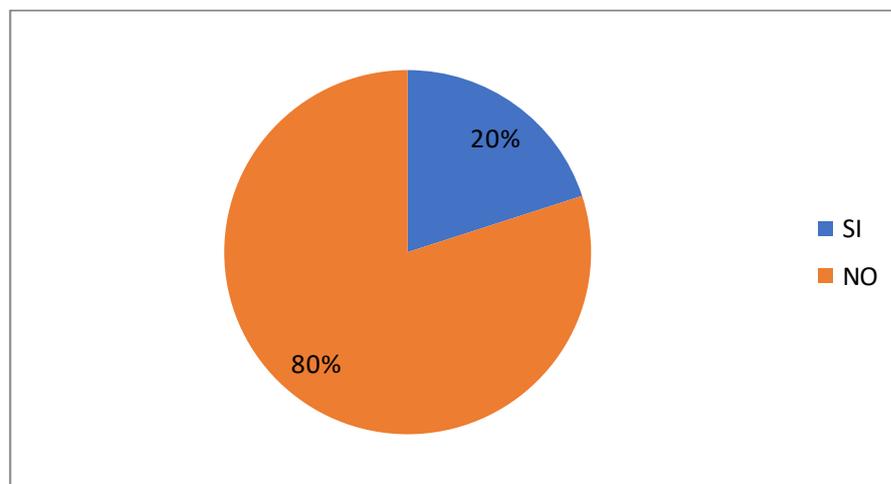
Fuente: Extraído de encuestas

**Análisis:**

Esta pregunta se formula para identificar el interés por tener una vivienda propia de la población encuestada.

Esta encuesta fue realizada a habitantes de la parroquia de Píntag, distribuidos de la siguiente forma: el 100% de los encuestados está interesado en tener una vivienda propia.

**Figura 13.** ¿Conoce usted acerca del material de construcción bloque de tierra comprimido (BTC)?



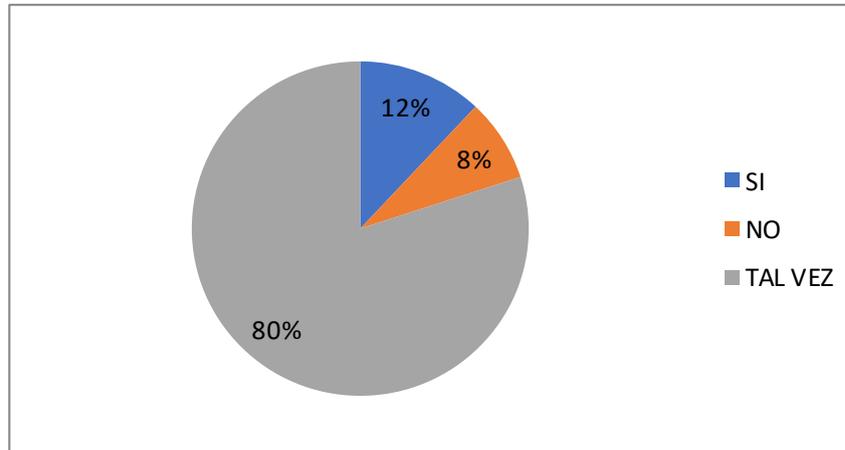
Fuente: Extraído de encuestas

**Análisis:**

Esta pregunta se formula para identificar si la población encuestada tiene conocimiento acerca del bloque de tierra comprimido BTC.

Esta encuesta fue realizada a habitantes de la parroquia de Píntag, distribuidos de la siguiente forma: el 20% respondió SI, el 80% NO.

**Figura 14.** ¿Piensa usted que una vivienda de bloque comprimido de tierra (BTC) puede brindar confort a sus habitantes?



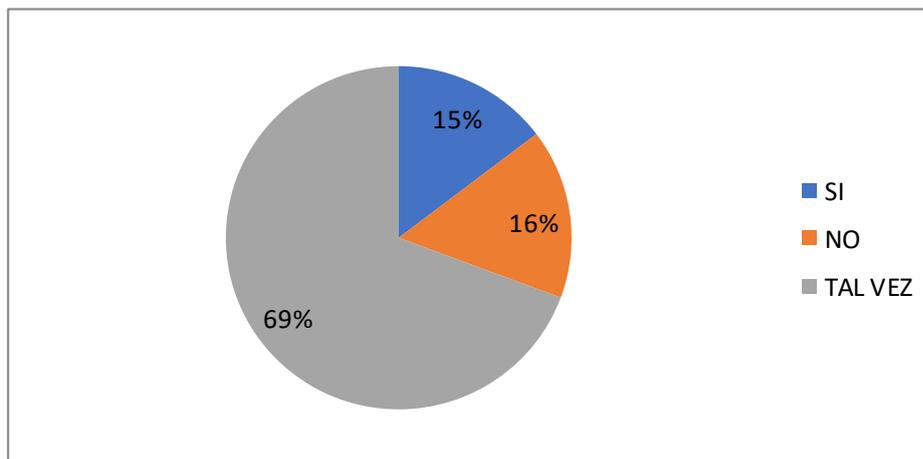
Fuente: Extraído de encuestas

**Análisis:**

Esta pregunta se formula para identificar la apreciación que tiene la población encuestada acerca del confort que puede brindar la construcción de viviendas en bloque de tierra comprimido BTC.

Esta encuesta fue realizada a habitantes de la parroquia de Píntag, distribuidos de la siguiente forma: el 12% respondió SI, el 8% NO y el 80% TAL VEZ.

**Figura 15.** ¿Piensa usted que una vivienda de bloque comprimido de tierra (BTC) es de buena calidad?



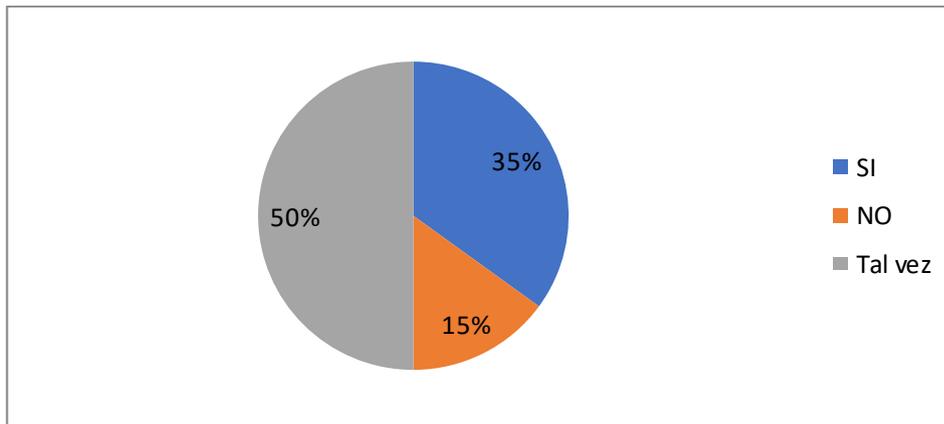
Fuente: Extraído de encuestas

### Análisis:

Esta pregunta se formula para identificar la apreciación que tiene la población encuestada acerca de la calidad que puede brindar la construcción de viviendas en bloque de tierra comprimido BTC.

Esta encuesta fue realizada a habitantes de la parroquia de Píntag, distribuidos de la siguiente forma: el 14.66% respondió SI, el 16% NO y el 69.33% TAL VEZ.

**Figura 16.** ¿Estaría dispuesto a vivir en una casa de bloque de tierra comprimido (BTC)?



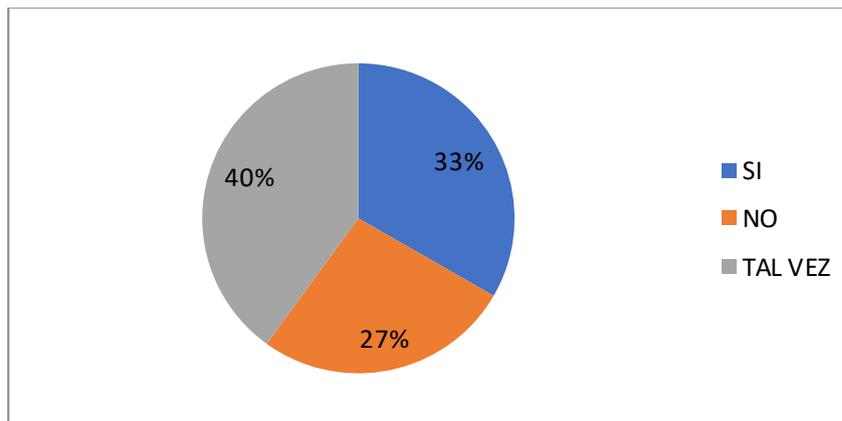
Fuente: Extraído de encuestas

### Análisis:

Esta pregunta se formula para identificar la predisposición de utilizar bloque de tierra comprimido BTC en la construcción de viviendas de la población encuestada.

Esta encuesta fue realizada a habitantes de la parroquia de Píntag, distribuidos de la siguiente forma: el 35% respondió SI, el 15% NO y el 50% Tal vez, comentando que si brinda las comodidades adecuadas y la seguridad necesaria estarían de acuerdo.

**Figura 17.** ¿Si es propietario de un terreno estaría dispuesto a construir una vivienda de este tipo?



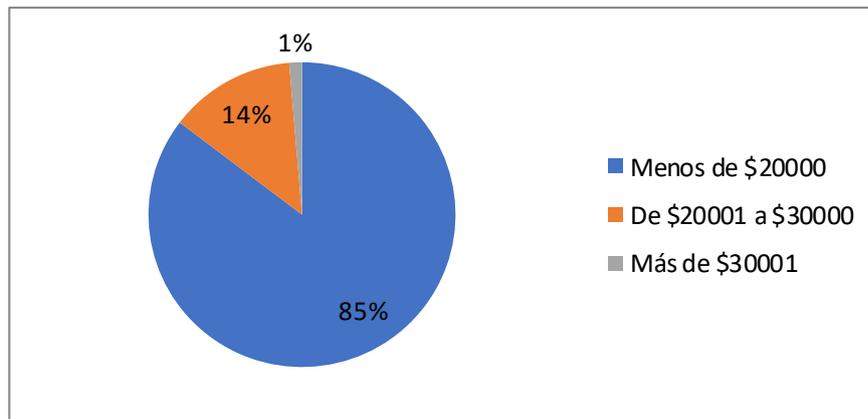
Fuente: Extraído de encuestas

**Análisis:**

Esta pregunta se formula para identificar la predisposición de utilizar bloque de tierra comprimido BTC en la construcción de viviendas de la población encuestada.

Esta encuesta fue realizada a habitantes de la parroquia de Píntag, distribuidos de la siguiente forma: el 33.33% respondió SI, el 26.66% NO y el 40% Tal vez, comentando que si es más económico si estarían de acuerdo.

**Figura 18.** ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por una vivienda construida con bloque de tierra comprimido (BTC)?



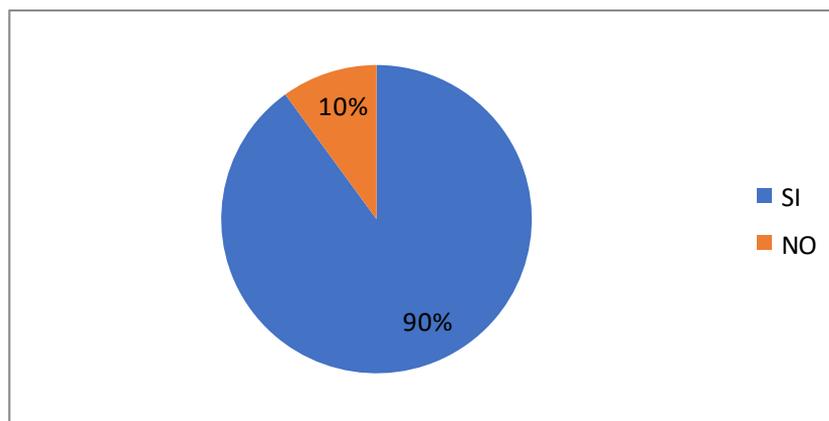
Fuente: Extraído de encuestas

**Análisis:**

Esta pregunta se formula para identificar la cantidad de dinero que la población encuestada está dispuesta a pagar por una vivienda construida con bloque de tierra comprimido BTC.

Esta encuesta fue realizada a habitantes de la parroquia de Píntag, distribuidos de la siguiente forma: el 85.33% pagaría menos de \$20000, el 13.33% pagaría entre \$20001 y \$30000 y el 1.33% pagaría más de \$30001.

**Figura 19.** ¿Estaría dispuesto a implementar un modelo de diseño y construcción con materiales alternativos en su vivienda si eso significa un ahorro vs la construcción con materiales convencionales?



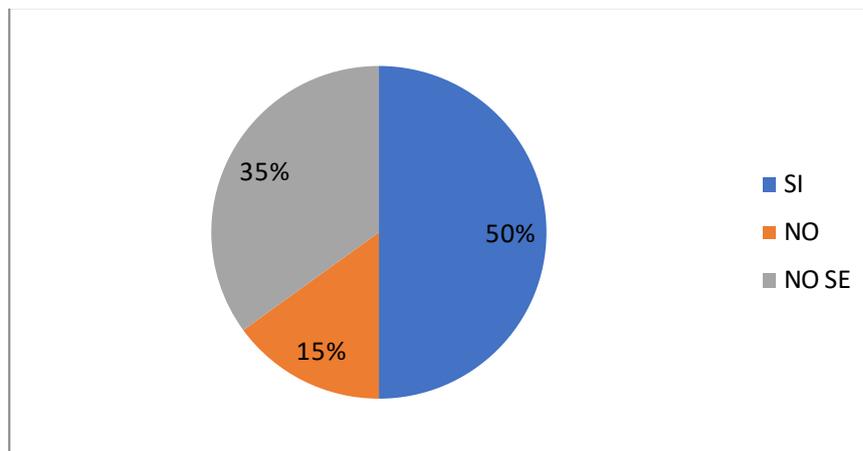
Fuente: Extraído de encuestas

### **Análisis:**

Esta pregunta se formula para conocer la aceptación del modelo propuesto en la población encuestada.

Esta encuesta fue realizada a habitantes de la parroquia de Píntag, distribuidos de la siguiente forma: el 90.66% respondió SI, el 10% NO.

**Figura 20.** ¿Cree usted que es importante el uso sostenible de recursos naturales en la construcción?



Fuente: Extraído de encuestas

### **Análisis:**

Esta pregunta se formula para conocer el criterio acerca de la sostenibilidad de los recursos necesarios para la construcción de la población encuestada.

Esta encuesta fue realizada a habitantes de la parroquia de Píntag, distribuidos de la siguiente forma: el 50.66% respondió SI, el 14.66% NO y el 34.66% NO SE, comentan que no tienen el conocimiento necesario para responder la pregunta.

Con los resultados adquiridos en las encuestas aplicadas a la población de muestra, podemos decir que hay gran aceptación por parte de la población en la adquisición de una vivienda propia, por otro lado hay desconocimiento en términos de construcción, materiales y sostenibilidad.

## **4.2 Propuesta Metodológica o Tecnológica**

Para proponer el material adecuado además de la investigación bibliográfica, se realizó una investigación de campo para identificar los materiales y sistemas constructivos con los que las viviendas del sector están construidas, identificar materiales tradicionales que se utilizaron en el pasado y su disponibilidad en el sector.

Muchas veces los proyectos de construcción de viviendas son desarrollados de manera general y no son bien concebidos, no se consideran factores ponderantes

como el clima, tal es así que de acuerdo a la Arq. Irina Godoy, Docente de la Universidad Central del Ecuador, nos comenta su experiencia que en un proyecto de construcción de viviendas en la sierra ecuatoriana, se construyeron casas de hormigón, pero debido al gran frío y a la baja propiedad térmica y de transferencia del calor del concreto los habitantes de la comunidad prefirieron volver a sus casa de tierra y paja y abandonaron las casa de hormigón.

Aquí se demuestra la importancia de la buena selección de los materiales de construcción que puedan brindar confort al habitante y es donde la construcción con materiales alternativos o también llamados tradicionales toman gran importancia, es por esto que esta propuesta metodológica busca impulsar la construcción con materiales tradicionales, propios del sector y que fomenten el uso sostenible de los recursos.

Por la información recogida en campo y por la información consultada en la página patrimoniocultural.gob.ec el material predominante es la tierra, en sistemas constructivos como el tapial y el adobe.

La tierra es un material muy noble que tiene propiedades térmicas muy buenas, y está íntimamente ligado a la construcción en este sector por la geografía del lugar y por su clima.

Además, se puede encontrar en el sector gran cantidad de rocas volcánicas. Es así que en el sector de Píntag según diario “El Comercio” (2014) hay seis minas. De estas se extraen: polvo, piedra, base y demás.

Otro de los materiales primordiales que se puede hallar en el sector es el agua, hay muchas vertientes y disponibilidad de agua de riego que se puede utilizar para la construcción.

Se encuentran también muchos bosques de pino, por lo que la madera es un material que también se puede considerar.

En resumen, la Parroquia Píntag puede ofrecer muchos materiales para la construcción como:

- Tierra
- Materiales Pétreos (piedra, arena, lastre)
- Agua
- Madera

Con los materiales disponibles en el sector se propone el siguiente modelo para la construcción de viviendas.

La propuesta metodológica va enfocada en la construcción de viviendas con materiales alternativos, que brinden igual o mayor confort al usuario y que por otro lado su explotación se la pueda realizar de manera sustentable, en este sentido uno de los materiales más bondadosos por sus características mecánicas y físicas es el bloque de tierra comprimido o como es comúnmente conocido por sus siglas el BTC.

El bloque de tierra comprimido es un material muy noble que puede reemplazar el uso de bloque de hormigón que es lo que se utiliza en la actualidad, y cuyo precio es menor.

“El uso de los bloques de tierra comprimido en los procesos constructivos se puede determinar cómo sostenible porque están fabricados a base de una mezcla de tierra o suelo natural y un material estabilizante. Tras preparar una mezcla adecuada; esta se coloca en el molde para luego ser comprimida en una prensa mecánica manual”. (Gómez, B., & Sánchez, J, 2017)

“Los bloques de tierra BTC no requieren de cocción, es decir que existe un bajo consumo de energía; requieren alrededor del 2 % de la energía consumida para la fabricación de bloques y ladrillos tradicionales cocidos” (CONSTRUTTIERRA, 2012).

“Al estar fabricados in situ, utilizando el suelo natural (tierra), como material predominante en la fabricación y considerando principios ecológicos desde la producción hasta la utilización de los bloques, a esta actividad se la determina como una práctica de construcción sostenible”. (Gómez, B., & Sánchez, J, 2017)

La propuesta para diseño y construcción de estas viviendas considera el uso de materiales alternativos pero también materiales convencionales, que puedan garantizar el confort, calidad y seguridad para sus propietarios.

### **Proceso de Diseño**

Para un correcto diseño que garantice el confort, calidad y seguridad en una vivienda construida con materiales alternativos se consideraron los siguientes aspectos.

- Ubicación geográfica
- Transición histórica
- Demografía y organización social
- Clima
- Materiales
- Dimensiones
- Detalles constructivos

La ubicación geográfica y el clima determinan que clase de vivienda se necesita construir así como también el tipo de cimentación de acuerdo al suelo del sector.

Así también, definen los materiales adecuados para la construcción por sus propiedades de resistencia, durabilidad y muy importante por el clima frío de la parroquia Píntag la transferencia térmica. En este sentido el material para mampostería es el bloque de tierra comprimido BTC por sus propiedades térmicas; y para brindarle mayor durabilidad se realiza un acabado con estuco de tierra.

La transición histórica muestra que el material utilizado en el pasado es el adobe y el tapial, corroborando que el bloque de tierra comprimido trabajará muy bien.

De acuerdo a la información obtenida en las encuestas, el 54% de las familias están conformadas por 2 y 4 personas, por este motivo se diseña una vivienda de 2 habitaciones para 4 personas.

Definido el material y el sistema de construcción que se propone para este modelo es importante identificar parámetros de calidad tanto en el diseño como en la construcción de la vivienda para garantizar el confort del usuario.

Las medidas mínimas y los criterios generales para una construcción están descritos en la NEC (Norma Ecuatoriana de la Construcción).

**Tabla 7.** Dimensiones mínimas de una vivienda

DIMENSIONES ÚTILES MÍNIMAS DE LOS LOCALES				
LOCAL	LADO MÍNIMO m.	ÁREAS ÚTILES MÍNIMAS DE LOCALES m <sup>2</sup> .		
		VIVIENDAS DE 1 DORM.	VIVIENDAS DE 2 DORM	VIVIENDAS DE 3 O MÁS DORM.
SALA - COMEDOR	2,70	13,00	13,00	16,00
COCINA	1,50	4,00	5,50	6,50
DORMITORIO PADRES	2,50	9,00	9,00	9,00
DORMITORIO 2	2,20		8,00	8,00
DORMITORIO 3	2,20			7,00
BAÑOS	1,20	2,50	2,50	2,50
<b>SUBTOTAL ÁREA ÚTIL MÍNIMA</b>		28,50	38,00	49,00
LAVADO SECADO	1,30	3,00	3,00	3,00
DORMITORIO DE SERVICIO	2,00	6,00	6,00	6,00

Fuente: Elaboración propia NEC

Las dimensiones mínimas están establecidas en la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), pero de acuerdo a la experiencia y criterio profesional de los arquitectos entrevistados, Irina Godoy y Viviana Sánchez, estas medidas limitan el confort del usuario por lo que se distribuye la vivienda como se observa en la tabla número 8.

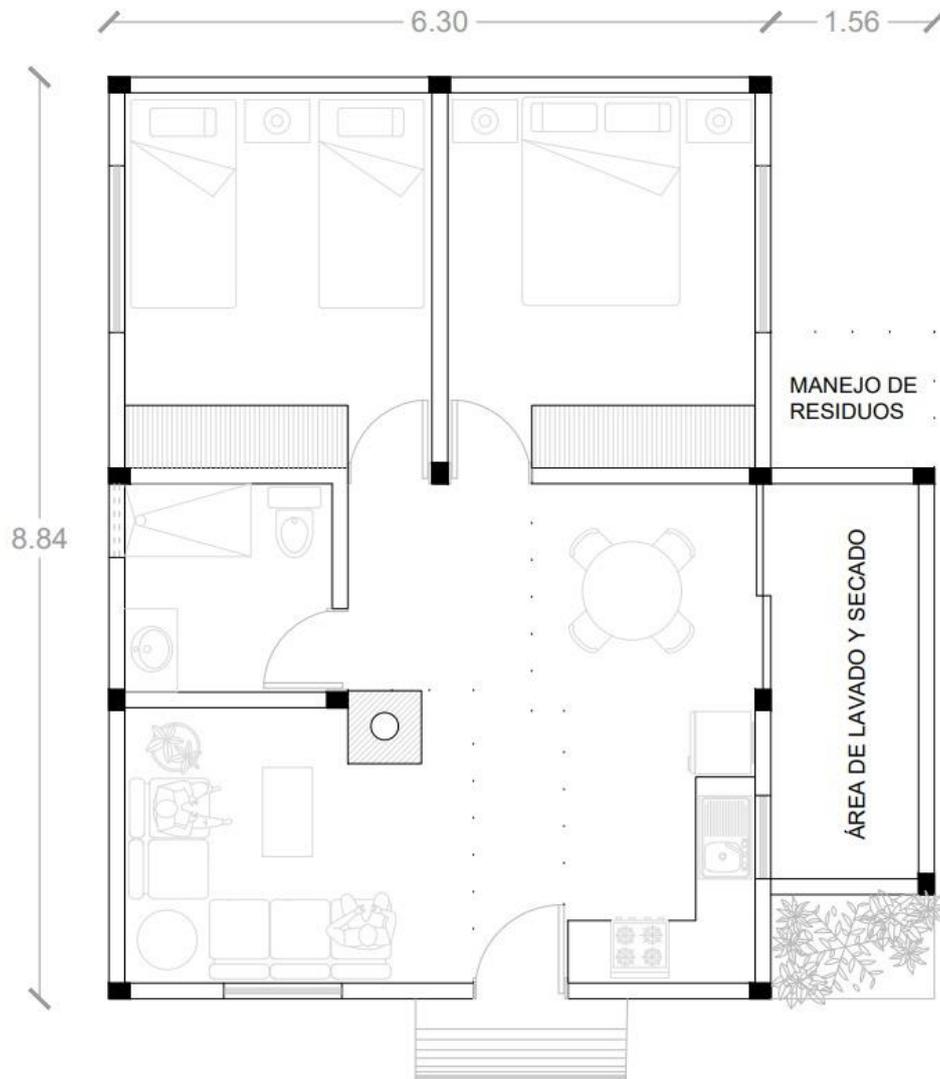
**Tabla 8.** Cuadro de Áreas

ÁREA	DIMENSIÓN ÁREA
Área construida	62 m <sup>2</sup>
Habitación 1	10,53 m <sup>2</sup>
Habitación 2	10,53 m <sup>2</sup>
Sala	8,97 m <sup>2</sup>
cocina comedor	9,40 m <sup>2</sup>
Área de lavado y secado	5,34 m <sup>2</sup>
Baño único	3,95 m <sup>2</sup>
Circulación	6,25 m <sup>2</sup>
Mampostería	7,03 m <sup>2</sup>
<b>TOTAL ÁREAS</b>	<b>62</b>

Fuente: Elaboración propia

Con las áreas mínimas establecidas y con el criterio emitido por los expertos entrevistados, se procede a realizar una planta para la ubicación de los espacios necesarios de la manera más confortable y para maximizar el uso del área.

**Gráfico 1.** Planta tipo



Fuente: Elaboración Propia

Elaborado el plano arquitectónico de la planta, se establecen los criterios técnicos contemplados en el diseño y que se deberán ejecutar en la construcción para garantizar el cumplimiento de los objetivos propuestos, como se muestra en la tabla número 9.

**Tabla 9.** Matriz de Implementación

<b>Área</b>	62m2		
<b>Tipo de construcción</b>	Una planta con cubierta ligera y mampostería de bloque de tierra comprimido		
<b>Distribución de áreas</b>		<b>Área</b>	<b>Cantidad</b>
		Habitación	2
		Sala	1
		Cocina	1
		Comedor	1
		Baño	1
		Área de lavado y secado	1
<b>Plano de distribución de áreas</b>	Anexo 3		
<b>Planos arquitectónicos</b>	Anexo 4		
<b>Criterios Técnicos</b>	Diseño inclusivo		
	Ventilación Natural		
	Orientación - Iluminación Natural		
	Calefacción Natural		
	Materialidad		
	Manejo de residuos sólidos		
	Control de residuos hasta su colección		
	Tratamiento de residuos orgánicos		
	Reutilización de aguas residuales		
	Jardinería exterior eficiente		
	Mínimo Impacto Ambiental		

Fuente: Elaboración Propia

El cumplimiento de estas consideraciones de diseño permitirá entregar una vivienda de calidad y dará una clara idea acerca de la sustentabilidad en el uso de los recursos y eficiencia energética.

Adicional, parte del diseño es la entrega de planos y detalles arquitectónicos para que la vivienda sea construida de la manera adecuada.

Con la entrega de los planos y detalles y como parte del objetivo de la creación del modelo es involucrar a los moradores del sector, capacitar al personal y que ellos sean quienes construyan sus viviendas con el monitoreo y ayuda de un grupo de profesionales.

## Presupuesto

El presupuesto general de la obra es muy importante para dimensionar, cuantificar y dar un valor económico a los materiales utilizados en la obra, se utilizará los precios y las métricas obtenidos de la revista de abril - junio 2022 del CAMICON donde en resumen:

**Tabla 10.** Resumen Gastos Proceso de Construcción

PORCENTAJE DE GASTO POR PROCESO CONSTRUCTIVO		
MOVIMIENTO DE TIERRAS Y OBRAS PRELIMINARES	\$ 2,230.34	4.35%
ESTRUCTURA	\$ 21,850.50	42.57%
ALBAÑILERÍA	\$ 8,646.80	16.85%
INSTALACIONES HIDROSANITARIAS	\$ 3,676.99	7.16%
INSTALACIONES ELÉCTRICAS	\$ 3,027.65	5.90%
ACABADOS	\$ 11,895.88	23.18%
<b>TOTAL USD</b>	<b>\$ 51,328.16</b>	<b>100.00%</b>

Área construida (m<sup>2</sup>)  
128,00

---

Costo directo (USD/m<sup>2</sup>)  
401.00

Fuente: CAMICON (2022)

Los valores reflejados en la tabla 10 se consideraron para una construcción con acabados medios -económicos, de lo cual se puede extraer que el costo por m<sup>2</sup> es de \$401. El presupuesto se lo realizó utilizando materiales convencionales de construcción.

En la propuesta de construcción de una vivienda con materiales alternativos, al reemplazar el bloque tradicional de hormigón en la mampostería por el de bloque de tierra comprimido se reducirá el costo en un 20% aproximadamente como se observa en la tabla 11.

**Tabla 11.** Diferencia de costos por sistema de construcción

Tabla N° 64 Resumen de presupuestos de obra.

Cód.	Detalle	Porcentaje en proceso constructivo	Costo BTC Estructural	Costo Sistema Tradicional	Diferencia porcentual
1	Obras Preliminares	0,35	558,77	558,77	
2	Movimientos de tierra	0,98	214,51	239,55	
3	Estructura	29,37	14585,55	17163,98	15,02
4	Albañilería	11,61	4680,76	7519,48	37,75
5	Instalaciones hidrosanitarias	8,02	1887,05	1886,05	
6	Aparatos sanitarios.	4,96	722,67	722,67	
7	Instalaciones eléctricas	5,26	991,63	991,63	
8	Carpintería Madera	16,65	3292,25	3878,51	
9	Carpintería Metálica	7,02	1847,53	2120,77	
10	Revestimientos	14,28	5681,18	7550,41	24,76
11	Varios	1,5	219,24	441,71	
<b>TOTAL</b>			34681,13	43073,52	19,48
<b>Costo por m2 de construcción</b>			338,02	419,82	19,48

Fuente (Gomez & Sanchez, 2017)

Por lo cual se puede concluir que en el sistema propuesto el costo por m<sup>2</sup> es de \$321.

Al multiplicar el costo por m<sup>2</sup> x el total de m<sup>2</sup> de la construcción se obtiene:

$$321\$/m^2 \times 62m^2 = \$19.902$$

El 85% de los encuestados están dispuestos a construir una vivienda con materiales alternativos si la vivienda cuesta menos de \$20000, por lo tanto se puede concluir que el modelo tiene gran aceptación.

### Proceso de Construcción

Este proceso materializa todos los conceptos, ideas y criterios señalados en la fase de diseño y monitorea el cumplimiento de los parámetros de calidad y sostenibilidad establecidos. Las actividades que se llevan a cabo en este proceso están resumidas en la tabla 12.

**Tabla 12.** Resumen de Actividades del Proceso de Construcción

Actividades	Descripción	Recursos/Maquinaria	Materiales/Herramientas
Limpieza de Terreno	Remoción de la capa vegetal, limpieza de residuos y nivelación del terreno.	Personal de construcción: Albañil Peones Moradores de la comunidad	Herramientas manuales: Palas, picos, azadones, barras, carretillas, etc.
Excavación	Retiro de la capa más superficial de suelo, hasta poder encontrar tierra dura, aproximadamente 60 cm de profundidad.	Retroexcavadora Albañil Peones Moradores de la comunidad	Herramientas manuales: Palas, picos, azadones, barras, carretillas, etc.
Cimentación	Mejoramiento de suelo, armado de plintos, cadenas y fundición con hormigón armado.	Concreteira Manual Albañil Peones Moradores de la comunidad	Materiales Pétreos: Lastre, Arena. Cemento Agua Varillas de Acero Palas Carretillas
Estructura	Armado de columnas, vigas, conformación de mampostería.	Concreteira Manual Prensa Manual Albañil Peones Moradores de la comunidad	Bloques de tierra comprimido Varillas de Acero Herramientas manuales Hormigón (cemento, arena, agua)
Instalaciones	Eléctricas, agua potable, hidrosanitarias	Eléctrico Plomero Albañil Moradores de la comunidad	Cables eléctricos Manguera Eléctrica Tuberías drenaje Tuberías agua potable Herramientas manuales
Acabados	Interiores y exteriores: recubrimiento de paredes, instalación piso, puertas, ventanas, accesorios de baños, grifería, accesorios de iluminación y poder.	Eléctrico Plomero Albañil Moradores de la comunidad	Estuco de Tierra Puertas de Madera Ventanas de madera y vidrio Grifería, inodoros, duchas Lámparas, tomacorrientes, interruptores
Entrega Vivienda	Entrega de vivienda terminada al cliente	N/A	N/A

Fuente: Elaboración Propia

La preparación del suelo se la realiza al remover las primeras capas de tierra, hasta encontrar tierra dura en la cual se tiende material pétreo (lastre) y se realiza la compactación para garantizar una buena cimentación de la vivienda, después se funde el piso y las bases de columnas con hormigón armado.

La cimentación y la estructura se la realizan con hormigón armado.

La mampostería es de bloques de tierra comprimido (BTC) que se los fabrica in situ, para lo cual únicamente es necesaria una prensa manual y adicionar los componentes para la mezcla que es tierra, agua y cal. El acabado es de estuco de tierra.

La cubierta tiene un entretejido de madera que brinda soporte a planchas de fibrocemento. Sobre esta base se coloca las tejas de barro. Con este proceso se garantiza una permeabilidad hacia el interior de la vivienda y una durabilidad mucho mayor.

Las puertas y ventanas son de marco de madera y vidrio flotado claro.

Los focos son LED, que garantizan durabilidad y bajo consumo, los inodoros y grifería son ahorradores de agua.

A continuación en la tabla 13, se presenta la matriz de impactos ambientales y socio económicos donde se relacionan las actividades del proceso de construcción y el impacto o afectación que dichas actividades tienen sobre los recursos naturales y la comunidad en general.

La finalidad de esta matriz es identificar los aspectos positivos y negativos que se generarán con la construcción de la vivienda, tanto en el ámbito ambiental como social y así, proponer medidas de manejo ambiental y social necesarias para evitar, minimizar y/o compensar estos impactos, además de potencializar los impactos positivos.

**Tabla 13.** Matriz Impacto Ambiental y Socio Económico

Actividades	Aspectos Ambientales				Aspectos Socio Económicos				
	Suelo		Aire		Residuos		Vegetación		
	Alteración características del suelo	Contaminación del suelo	Contaminación de aire	Generación de ruido	Generación de basura común	Generación de escombros	Pérdida de cobertura vegetal	Transformación del paisaje	
Limpieza de Terreno	x				x	x	x	x	x
Excavación	x		x	x	x	x			x
Cimentación	x	x	x	x	x	x			x
Estructura			x	x	x				x
Instalaciones					x				x
Acabados					x				x

Fuente: Elaboración Propia, información extraída de (Merchán, O., 2017)

Con la información obtenida en la tabla 13 se puede identificar los aspectos que mayor impacto tienen y establecer medidas de control como se muestra en la tabla 14.

**Tabla 14.** Medidas de Control

<b>Impacto</b>	<b>Control</b>
Alteración características del suelo	Minimizar el área afectada. Reubicar la vegetación retirada.
Contaminación de aire	Usar eficientemente de maquinaria. Usar materiales que no generan contaminación en su proceso de fabricación. Usar materiales locales.
Generación de ruido	Proveer protectores auditivos a todo el personal
Generación de basura común	Establecer procesos para el manejo adecuado de residuos. Clasificar desechos. Reciclar.
Generación de escombros	Establecer procesos para el manejo adecuado de escombros. Utilizar materiales degradables para minimizar la generación de escombros.
Cambio de actividad económica	Establecer condiciones de pago justo y trabajo digno. Establecer horarios flexibles de trabajo. Fomentar inclusión laboral.
Integración y capacitación de la población	Capacitar técnicamente a los trabajadores. Capacitar a los trabajadores en seguridad y salud ocupacional. Priorizar la contratación de mano de obra local.

Fuente: Elaboración Propia

La implementación de esta matriz que establece las distintas actividades de control permite minimizar el impacto ambiental de la construcción y fomenta la creación de fuentes de empleo y por ende la dinamización y desarrollo de la economía local.

## Criterios de Sostenibilidad

En la actualidad existen organizaciones que promueven el manejo sustentable de recursos en la construcción. “La Certificación LEED (Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental, por sus siglas en inglés) es un sistema de certificación con reconocimiento internacional para edificios sustentables creado por el Consejo de Edificación Sustentable de Estados Unidos. En el Ecuador hay 23 proyectos que posee certificación LEED entre los cuales destacan el Quito Publishing House y El terminal Seymar de Baltra en Galápagos”. (CEES, 2023)

Se establecen criterios para poder calificar a una edificación como amigable con el ambiente y sus procesos en distintas áreas permiten catalogar esta edificación como sostenible. Según Ortiz y Quezada como se indica en la tabla 15 existen indicadores homologados, los cuales pueden ser evaluados en cualquier edificación ya sea en proceso de construcción o en edificaciones ya terminadas.

**Tabla 15.** Indicadores Homologados de Sostenibilidad

**Tabla 3**  
*Indicadores homologados y agrupados por categorías*

#	CATEGORÍA	INDICADOR
1	Edificios sostenibles	Políticas de construcción sostenible
2	Espacios verdes y de recreación	Cantidad y calidad de espacios verdes en el entorno
3	Localización y emplazamiento del edificio	Pendientes pronunciadas Vulnerabilidad hídrica
4	Planificación de resiliencia del edificio	Preparación para desastres
5	Movilidad y transporte	Proximidad a transporte público Instalaciones para bicicletas
6	Uso de suelo	Conservación de Edificios Patrimoniales
7	Eficiencia del agua	Acceso y calidad del agua Estrategias para captar agua de lluvia Estrategia del agua
8	Energía y atmósfera	Acceso y calidad de la energía Consumo de energía de los edificios Estrategia energética Eficiencia energética
9	Manejo de residuos	Manejo de Residuos Sólidos Control de residuos hasta su recolección Tratamiento de Residuos Orgánicos
10	Accesibilidad y calidad de vivienda	Calidad adecuada de vivienda Viviendas inadecuadas
11	Microclima	Ambiente exterior
12	Materiales y recursos	Eficiencia de recursos.
13	Diseño inclusivo	Diseño inclusivo

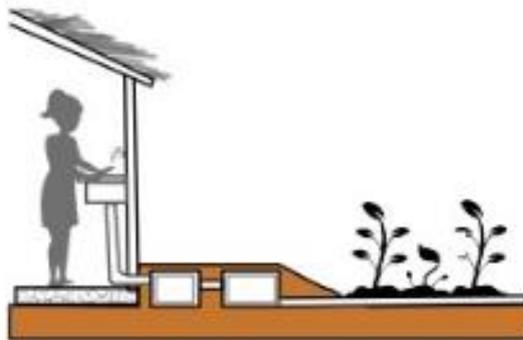
Fuente: (Ortiz Benavides, P. A., & Quesada Molina, J. F. (2022))

Estos criterios serán los que den un lineamiento general acerca de los procesos de diseño, construcción y mantenimiento de las viviendas, para que las mismas sean consideradas sostenibles y sustentables.

De acuerdo a los criterios señalados, además de la eficiencia en el uso de recursos para su construcción la vivienda consta de 2 estrategias bioclimáticas que ayudan con el ahorro de agua y energía.

- Reutilización de aguas residuales para vegetación: El agua utilizada en lavabos y duchas será captada en un sistema cerrado, se lo recolecta y se lo pasa a través de filtros que permitirán reutilizar estas aguas grises en el riego. Como se observa en el gráfico 2.

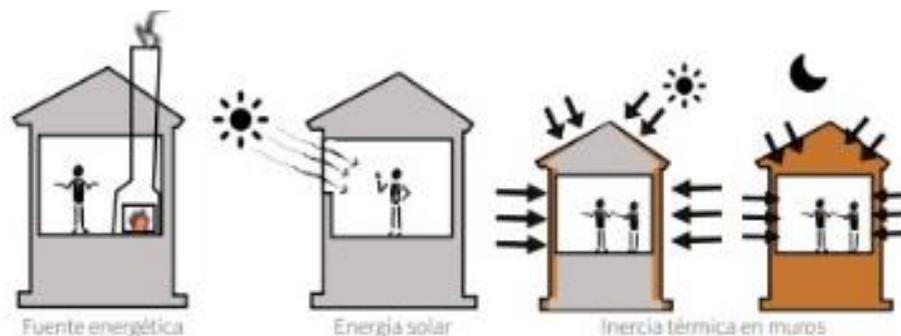
**Gráfico 2.** Reutilización de aguas residuales



Fuente: Elaboración Propia

- Eficiencia energética: Se minimiza el uso de energía convencional, el calor proveniente del sol y de la chimenea se almacenan en el interior de la vivienda, debido al bajo coeficiente de transferencia térmica de la tierra. Se brinda confort y se evita el uso de fuentes externas para abrigar el hogar como calentadores eléctricos, adicional la chimenea es fuente de luz natural y puede reemplazar el uso de bombillas eléctricas en el área cercana.

**Gráfico 3.** Eficiencia energética



Fuente: Elaboración Propia

#### **4.2.1. Premisas o supuestos**

Hay 3 puntos muy importantes sin los cuales la implementación del modelo no será posible y son los siguientes:

- Terreno o lugar físico donde se pueda realizar la construcción de la vivienda con sus papeles legalmente aprobados.
- MDO mano de obra que puede ser local
- Materiales y/o presupuesto para la adquisición de los mismos.

Además la capacitación de la comunidad local sobre los beneficios de la construcción de viviendas con materiales alternativos. Se debe involucrar a la comunidad local en el proceso de diseño y construcción de viviendas con materiales alternativos. Capacitar en la selección, uso y manejo de los materiales para la construcción, así como en los beneficios ambientales y económicos de la construcción sostenible.

#### **4.2.2. Objetivo de la propuesta metodológica**

Crear un modelo de gestión para el diseño y construcción de viviendas con materiales alternativos, que fomente el uso sostenible de recursos naturales en la parroquia Píntag del cantón Quito.

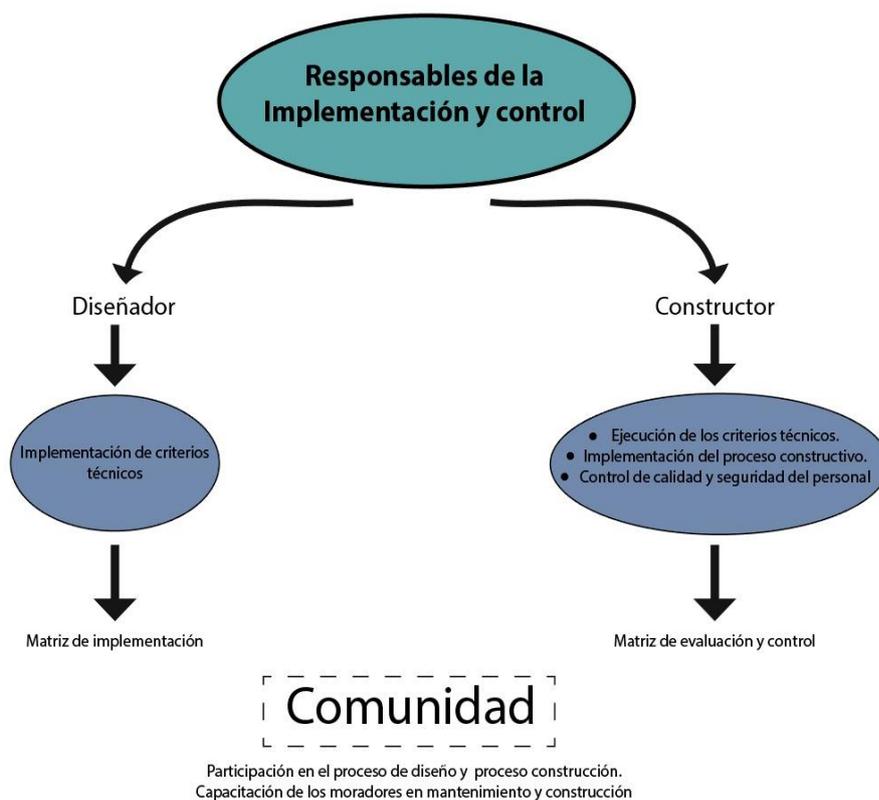
#### **4.2.3. Objeto de la propuesta**

Implementar criterios y procesos técnicos para garantizar el Diseño y Construcción sostenible de viviendas.

#### **4.3. Responsables de la implementación y control**

Para la implementación y control es necesaria la participación de diseñadores, constructores y la comunidad. Los diseñadores propondrán los criterios técnicos, los constructores garantizarán en obra, la ejecución de dichos criterios e implementarán procesos constructivos profesionales, normados y seguros. Por otro lado, la comunidad participa a lo largo de todo el proyecto, con lo cual se garantiza mano de obra local y se capacita a los moradores para que puedan dar mantenimiento a su vivienda y tengan los criterios básicos necesarios para este tipo de construcción.

**Figura 21.** Responsables de la Implementación y Control

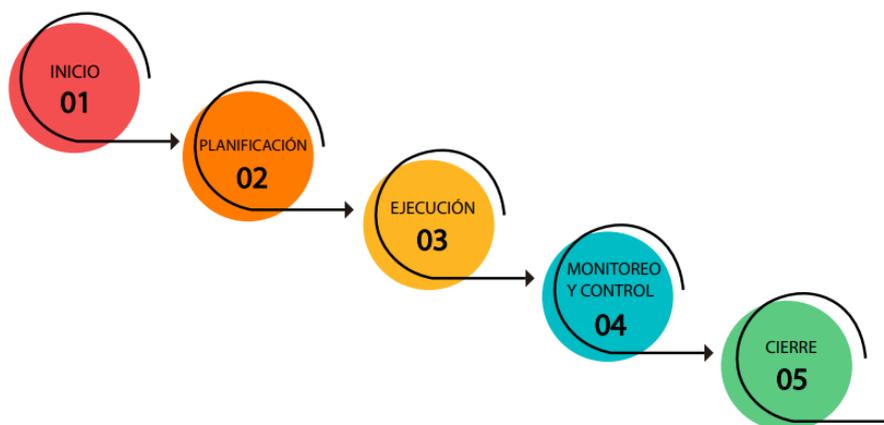


Fuente: Elaboración Propia

#### 4.4 Fases para su puesta en práctica

Las fases que se consideraron para el desarrollo del proyecto y que garantizan la sostenibilidad de las viviendas se muestran en la figura 22.

**Figura 22.** Fases del proyecto



Fuente: Elaboración Propia

Las fases mencionadas sirven para llevar de manera ordenada y controlada la ejecución de un proyecto.

## Inicio

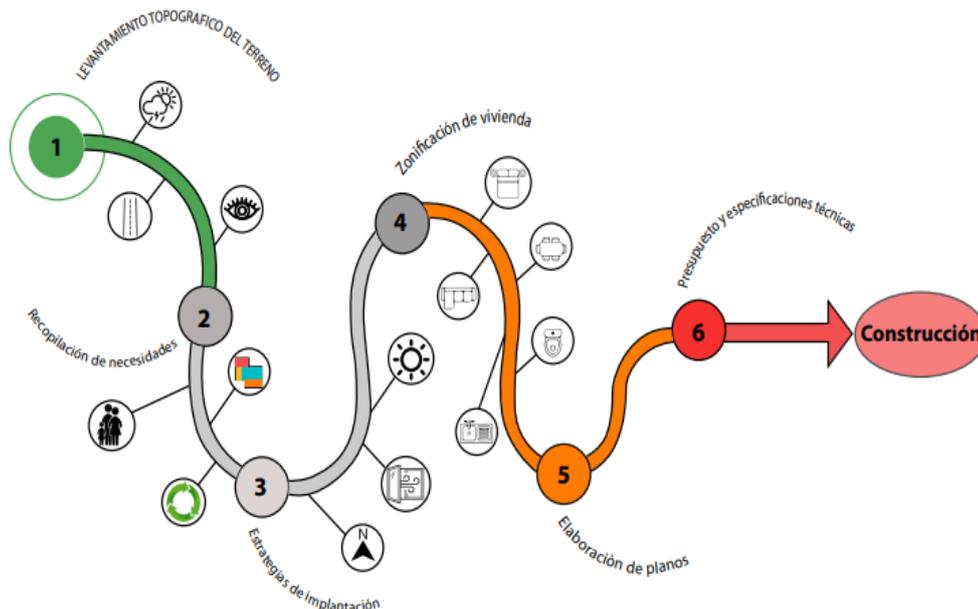
En la fase inicial del proyecto se realiza un análisis del lugar donde se desea construir la vivienda, aquí se evalúan factores que determinarán la factibilidad de la construcción entre los cuales los más destacados son los siguientes:

- Legalización de terreno
- Ocupación del suelo
- Normativas locales (retiros)
- Accesibilidad
- Clima
- Topografía
- Orientación
- Vegetación

## Planificación

En la fase de planificación se lleva a cabo el diseño de la vivienda, el cual contempla varias actividades que se muestran en la figura 23.

**Figura 23.** Proceso de diseño de una vivienda



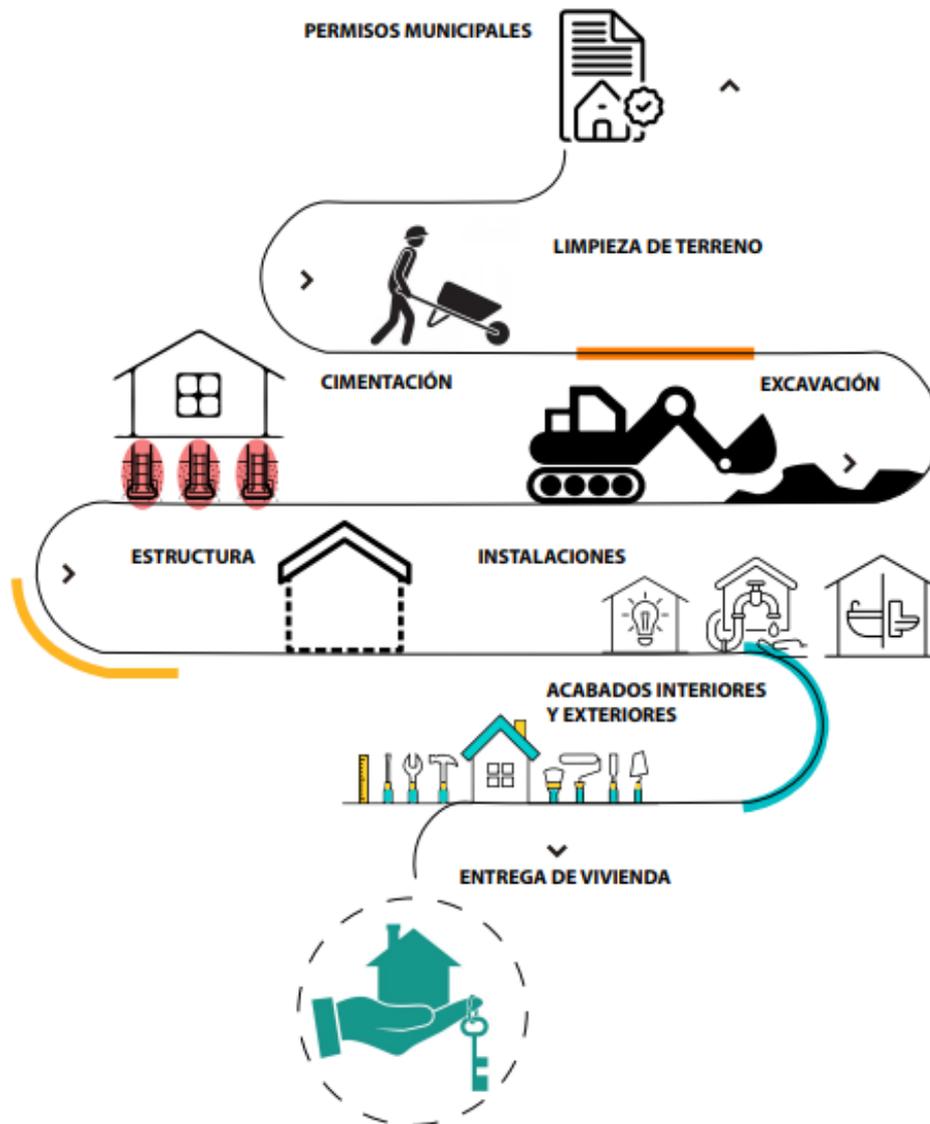
Fuente: Elaboración Propia

## Ejecución

La fase de ejecución es la construcción, es el desarrollar todo lo planteado en la fase de previa de planificación-diseño, para esto se implementan todos los criterios técnicos y medidas que garanticen una construcción sostenible, eficiencia en el uso de recursos, y optimización de mano de obra local, en esta fase se capacita a los pobladores del sector en la construcción con esta clase de materiales alternativos.

Es importante previo al inicio de la construcción obtener los permisos municipales. Esta fase culmina al momento de entregar la vivienda al propietario, y está compuesta por hitos que se resumen en la figura 24.

**Figura 24.** Proceso de construcción de una vivienda



Fuente: Elaboración Propia

## Monitoreo y Control

El monitoreo y control del proyecto se lo realiza a lo largo de toda su vida, pero en la fase de ejecución es donde más control se ejerce para este efecto se utilizan herramientas que permitan evaluar si las condiciones y criterios establecidos en la fase de diseño para la construcción se están cumpliendo.

El cronograma adjunto es una herramienta que permite identificar el inicio y finalización de cada una de las fases y permite comparar el tiempo planeado del real ocupado, como se observa en la tabla 16.

**Tabla 16.** Cronograma

ACTIVIDAD	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4			
	S1	S2	S3	S4												
INICIO																
PLANIFICACIÓN																
EJECUCIÓN																
CONTROL																
CIERRE																

Fuente: Elaboración Propia

Es necesario también implementar una matriz de evaluación y control que permita medir la cantidad de procesos de mejora en este modelo propuesto. Como se muestra en la tabla 17.

**Tabla 17.** Matriz de evaluación y control

Ítem	Criterios Técnicos	Implementación		Ahorro Agua			Ahorro Energía			Confort		
		SI	NO	SI	NO	N/A	SI	NO	N/A	SI	NO	N/A
1	Diseño inclusivo											
2	Ventilación Natural											
3	Orientación - Iluminación Natural											
4	Calefacción Natural											
5	Materialidad											
6	Manejo de residuos sólidos											
7	Control de residuos hasta su colección											
8	Tratamiento de residuos orgánicos											
9	Reutilización de aguas residuales											
10	Jardinería exterior eficiente											
11	Mínimo Impacto Ambiental											

Fuente: Elaboración Propia

## Cierre

Es la entrega de la vivienda al propietario.

#### 4.5. Indicadores de evaluación

De acuerdo a los criterios establecidos en la matriz de implementación y en razón de la cantidad de criterios implementada sobre la cantidad total se puede determinar la sostenibilidad en el proceso de construcción de la vivienda y la eficiencia en el uso de recursos.

**Tabla 18.** Indicadores de evaluación

<b>Objetivos</b>	<b>Indicadores</b>
Garantizar confort al usuario	$\frac{\text{Cantidad de medidas implementadas}}{\text{Total de medidas}}$
Disminuir el uso de recursos no renovables.	$\frac{\text{Cantidad de medidas implementadas}}{\text{Total de medidas}}$
Sostenibilidad en el proceso de construcción de la vivienda.	$\frac{\text{Cantidad de medidas implementadas}}{\text{Total de medidas}}$

Fuente: Elaboración Propia

## 5. CONCLUSIONES

Con la información recopilada por medio de las encuestas, la totalidad de la población encuestada está interesada en tener una vivienda propia, si bien es cierto que un gran porcentaje tiene desconocimiento acerca de la construcción con materiales alternativos, manifiestan que si la calidad es buena y el precio más económico si estarían dispuestos a construir su vivienda con este tipo de materiales.

En la propuesta de construcción de una vivienda con materiales alternativos, al reemplazar el bloque tradicional de hormigón en la mampostería por el de bloque de tierra comprimido se reducirá el costo en un 20% aproximadamente, es decir una vivienda de 62m<sup>2</sup> costará **\$19.902**.

El 85% de los encuestados están dispuestos a construir una vivienda con materiales alternativos si la vivienda cuesta menos de \$20000, por lo tanto se puede concluir que el modelo tiene gran aceptación.

La ejecución del modelo de gestión para el diseño y construcción de viviendas con materiales alternativos permitirá proveer viviendas dignas a personas de escasos recursos, con una inversión menor y disminuyendo el impacto ambiental.

La materialidad es fundamental al momento de concebir y diseñar un proyecto, como manifestó la Arq. Irina Godoy en la entrevista realizada. Es importante realizar una investigación bibliográfica y de campo para determinar el material ancestral que se utilizó en el pasado, servirá como punto de partida y se propondrá sistemas constructivos basados en lo hallado.

Al utilizar bloques de tierra comprimido y reemplazar materiales típicos de mampostería como el ladrillo recocido se está ahorrando mucho en combustibles fósiles utilizados para el cocido de estos materiales, lo que significa un aporte significativo al cuidado del medio ambiente ya que reduce las emisiones de CO<sub>2</sub> producidas por estos hornos, además de la contaminación por el transporte que se elimina por utilizar materiales de la localidad.

Establecer criterios técnicos de diseño y construcción garantizan un producto de calidad, con un consumo eficiente de recursos, de igual forma el aplicar indicadores de sostenibilidad son fundamentales para la evaluación y control del proyecto. Los parámetros bajo los que las edificaciones son evaluados para obtener una certificación LEED pudieron ser aplicados en el modelo de gestión propuesto.

La integración y capacitación de la comunidad juegan un papel muy importante en el éxito de esta propuesta ya que genera plazas de empleo, permite dinamizar la economía y por ende impulsa el desarrollo local.

## **6. RECOMENDACIONES**

Profundizar en la investigación acerca de técnicas de impermeabilización y acabado en mampostería de bloque de tierra comprimido.

Si se tiene el recurso económico, se recomienda incluir dentro de los materiales de construcción ventanearía de mejor calidad que disminuya la pérdida de calor, de esta forma la vivienda será más confortable y su eficiencia energética será mejor.

Se recomienda realizar campañas de capacitación y concientización acerca de la construcción sostenible y sustentable, así como también los beneficios de la construcción con materiales alternativos.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Hernández-Zamora, M. F., Jiménez-Martínez, S., & Sánchez-Monge, J. I. (2021). Materiales alternativos como oportunidad de reducción de impactos ambientales en el sector construcción. *Revista Tecnología en Marcha*, 34(2), 3-10.

Angulo Zavaleta, V. L. (2020). Materiales alternativos sostenibles empleados en la construcción: una revisión de la literatura científica.

CAMACHO-IXTA, I., BOJORQUEZ-MORALES, G., & FABELA-BLAS, C. (2016). Propuesta de materiales de construcción alternativos para casa-habitación de construcción en serie. *Revista de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales*, 2(6), 22-26.

Torres, B., Segarra, M., & Bragança, L. (2019). El bambú como alternativa de construcción sostenible. *Extensionismo, Innovación y Transferencia Tecnológica*, 5, 389-400.

Mendoza Cantos, J. G., & Vanga Arvelo, M. G. (2020). Realidad y expectativa sobre la construcción sostenible en Ecuador. *Revista San Gregorio*, (43), 197-209.

Flores, M. D., Franco, M. E. V. E., Ricalde, D. C., Garduño, A. A. L., & Apáez, M. R. (2013). *Metodología de la investigación*. Editorial Trillas, SA de CV.

Ponce, A. R. (1978). *Administración de empresas: teoría y práctica*. Editorial Limusa.

Rodrigo, B. G., Sanabria, J. C., Marchamalo, M., & Umaña, M. (2012). Análisis del confort y el comportamiento higrotérmico de sistemas constructivos tradicionales y actuales en viviendas de Santa Ana-Ciudad Colón (Costa Rica). *Informes de la Construcción*, 64(525), 75-84.

Lozano, A. L. (2012). Evolución y uso de Materiales y Sistemas Constructivos. *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, 6(3), 1-6.

Andrade, D. J. (julio de 2015). Factibilidad de construcción de un conjunto habitacional en la parroquia de Tababela, con materiales alternativos amigables al ambiente y de gestión energética sustentable. . Quito, Ecuador.

Baena Paz, G. (2017). *Metodología de la Investigación* (Tercera ed.). Grupo Editorial Patria.

Botey, P. (21 de 05 de 2020). Las 4 P del marketing: qué son, cuáles y para qué sirven. Recuperado el 28 de 11 de 2021, de <https://www.inboundcycle.com/blog-de-inbound-marketing/las-4-p-del-marketing-que-debes-conocer>

Daniela Gómez Arias, J. E. (11 de 2018). *Materiales alternativos: Un prototipo para la construcción de viviendas de interés social en laderas*. Medellín, Colombia.

Gómez, B., & Sanchez, J. (27 de JUNIO de 2017). “Estudio estructural para mampostería de bloque de tierra compactada, en viviendas unifamiliares, sector Quitumbe Quito - Ecuador. Quito, ecuador.

Hernández Sampieri Roberto, F. C. (2014). Metodología de la Investigación (Sexta ed.). México: McGraw-Hill.

LA HORA. (24 de 05 de 2004). Construcción alternativa es revalorizada para vivienda. Recuperado el 28 de 11 de 2021, de LA HORA: <https://lahora.com.ec/noticia/1000249043/construccic3b3n-alternativa-es-revalorizada-para-vivienda>

MUNDO CONSTRUCTOR. (s.f.). Noticias MC. Recuperado el 28 de 11 de 2021, de <https://www.mundoconstructor.com.ec/btc-el-sustituto-eficiente-del-ladrillo-convencional/rdstation>. (2021). Marketing Digital. Recuperado el 28 de 11 de 2021, de <https://www.rdstation.com/es/marketing-digital/>

CONSTRUTTIERRA. (13 de Marzo de 2011). Red de investigación en tierra. España, Madrid, España.

Ortiz Benavides, P. A., & Quesada Molina, J. F. (2022). Indicadores de sostenibilidad urbana para la ciudad de Cuenca-Ecuador: construcción sostenible de edificaciones.

Revista Gestión. Recuperado el 17 de 11 de 2022, de <https://revistagestion.ec/economia-y-finanzas-analisis/la-construccion-un-pilar-de-la-economia-debilitado-por-la-pandemia>. (19 de julio 2020).

Jaramillo, D. E. A., & Charry, A. C. (2017). El Bloque de Tierra Comprimido o BTC Una alternativa de Construcción para la Arquitectura Contemporánea. *Nodo: Arquitectura. Ciudad. Medio Ambiente*, 12(23), 31-37.

Vanga, M. G., Briones, O., Zevallos, I., & Delgado, D., (2021). Bioconstrucción de vivienda unifamiliar de interés social con caña guadúa para Manabí. *Novasinerгия*. 4(1). 53-73. <https://doi.org/10.37135/ns.01.07.03>

Merchán, O., & Guerra, M. (2017). “Estudios, diseños y construcción de 168 viviendas VIS en el municipio el Pital – Huila”. Bogotá, Colombia.

## **8. ANEXOS**

Anexo 1. Encuesta

Anexo 2. Resumen información obtenido de encuestas

Anexo 3. Plano de distribución de áreas

Anexo 4. Planos Arquitectónicos

Anexo 5. Render de la vivienda

## Anexo 1. Encuesta

### MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS

**TEMA:** MODELO DE GESTIÓN PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS CON MATERIALES ALTERNATIVOS, QUE FOMENTE EL USO SOSTENIBLE DE RECURSOS NATURALES EN LA PARROQUIA PÍNTAG DEL CANTÓN QUITO

#### ENCUESTA DIRIGIDA A LOS HABITANTES DE LA PARROQUIA PÍNTAG

1. Edad \_\_\_\_\_

2. Género

M

F

3. Nivel de educación

Educación Básica

Bachillerato

Tercer Nivel

Cuarto Nivel

Analfabeto

4. Ocupación \_\_\_\_\_

5. Número de integrantes por familia

Una persona

Entre 2 y 4 personas

Más de 4 personas

6. Nivel de ingresos

Menos de \$400

De \$401 a \$600

De \$601 a \$800

Más de \$801

7. Tipo de vivienda

Propia

Arrendada

Otros

8. Interés en tener vivienda propia

Si

No

9. ¿Conoce usted acerca del material de construcción bloque de tierra comprimido (BTC)?

Si

No

10. ¿Piensa usted que una vivienda de bloque comprimido de tierra (BTC) puede brindar confort a sus habitantes?

Si

No

Tal vez

11. ¿Piensa usted que una vivienda de bloque comprimido de tierra (BTC) es de buena calidad?

Si

No

Tal vez

12. ¿Estaría dispuesto a vivir en una casa de bloque de tierra comprimido (BTC)?

Si

No

Tal vez

13. ¿Si es propietario de un terreno estaría dispuesto a construir una vivienda de este tipo?

Si

No

Tal vez

14. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por una vivienda construida con bloque de tierra comprimido (BTC)?

Menos de \$20000

De \$20001 a \$30000

Más de \$30001

15. ¿Estaría dispuesto a implementar un modelo de diseño y construcción con materiales alternativos en su vivienda, si eso significa un ahorro vs la construcción con materiales convencionales?

Si

No

16. ¿Cree usted que es importante el uso sostenible de recursos naturales en la construcción?

Si

No

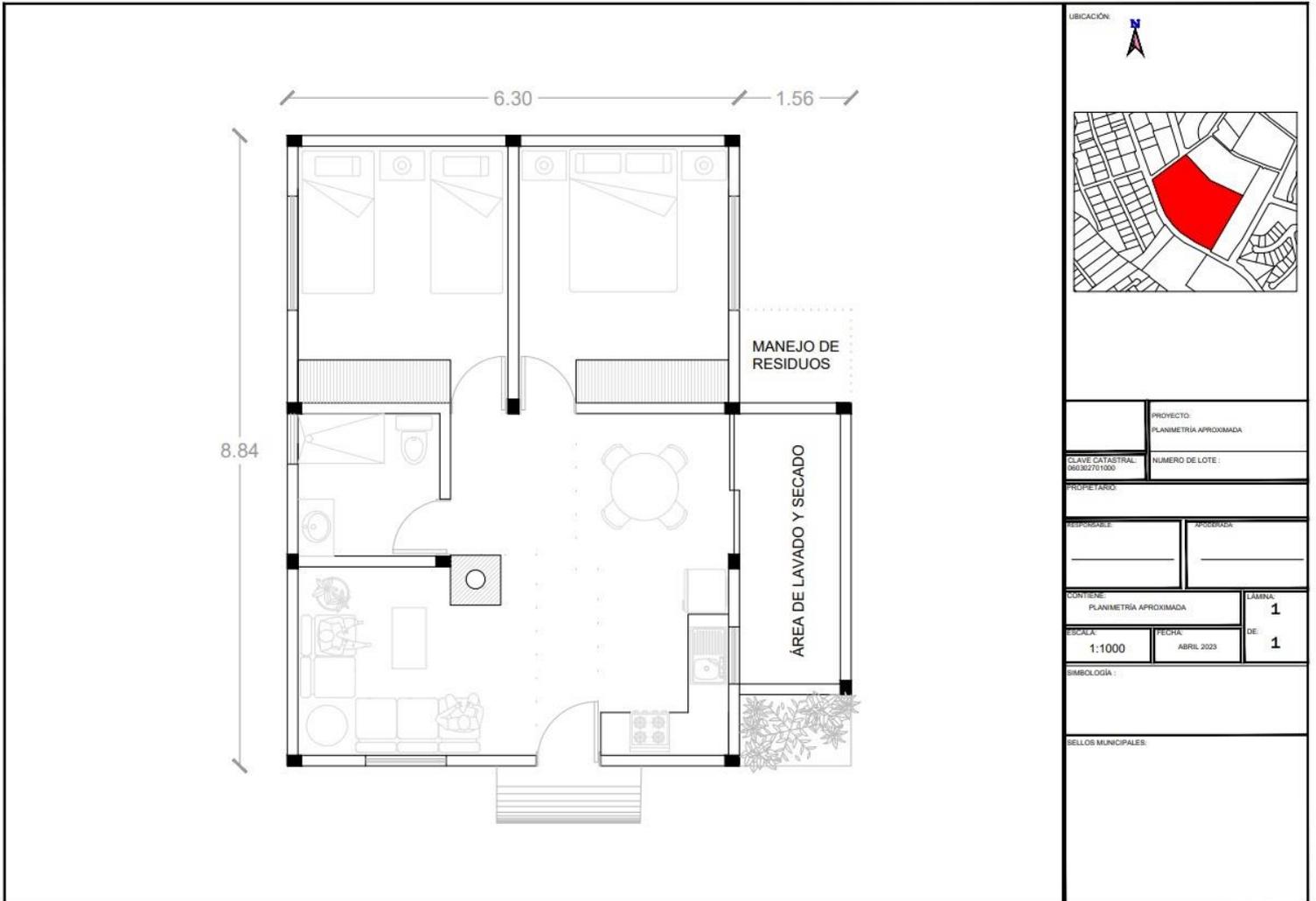
No se

**Anexo 2.** Resumen información obtenido de encuestas

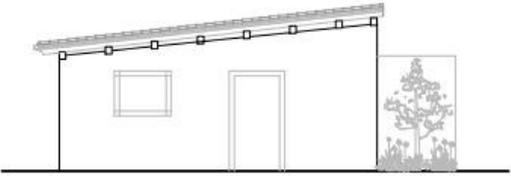
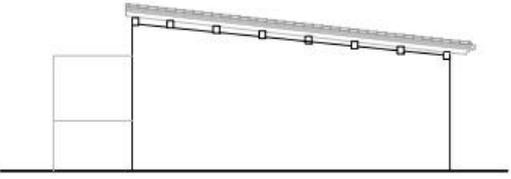
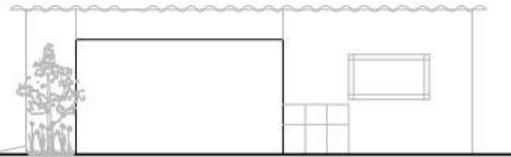
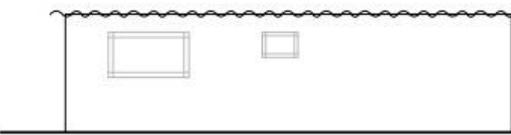
<b>No</b>	<b>Pregunta</b>	<b>Encuesta</b>	<b>%</b>	<b>Resultados</b>
1	Edad	15 23 26 11	19.6 30,4 35,1 14,9	más de 50 años de 41 a 50 años de 31 a 40 años de 18 a 30 años
2	Género	40 35	53.33 46.66	Masculino Femenino
3	Nivel de Educación	53 10 2 0 10	70.66 13.33 2.66 0 13.33	Educación Básica Bachillerato Tercer Nivel Cuarto Nivel Analfabeto
4	Ocupación	20 15 5 13 8 1 1 12	26.66 20 6.66 17.33 10.66 1.33 1.33 16	Agricultor Empleada Domestica Costurera Albañil Ama de casa Parvulario Ing. Agrónomo Ganadero
5	Número de integrantes de la familia	4 41 30	5.5 54 40,5	1 persona entre 2 y 4 personas más de 4 personas
6	Nivel de ingresos	12 26 22 15	15.8 35.2 29.6 19.4	menos de \$400 de \$401 a \$600 de \$601 a \$800 más de \$801
7	Tipo de vivienda	9 26 40	12.5 35 52.5	Propia Arrendada Otros
8	Interés en tener vivienda propia	75	100	Si No
9	¿Conoce usted acerca del material de construcción bloque de tierra comprimido (BTC)?	15 60	20 80	Si No
10	¿Piensa usted que una vivienda de bloque comprimido de tierra (BTC) puede brindar confort a sus habitantes?	9 6 60	12 8 80	Si No Tal vez
11	¿Piensa usted que una vivienda de bloque comprimido de tierra (BTC) es de buena calidad?	11 12 52	14.66 16 69.33	Si No Tal vez
12	¿Estaría dispuesto a vivir en una casa de bloque de tierra comprimido (BTC)?	26 11 38	35 15 50	Si No Tal vez

13	¿Si es propietario de un terreno estaría dispuesto a construir una vivienda de este tipo?	25 20 30	33.33 26.66 40	Si No Tal vez
14	¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por una vivienda construida con bloque de tierra comprimido (BTC)?	64 10 1	85.33 13.33 1.33	Menos de \$20000 De \$20001 a \$30000 Más de \$30001
15	¿Estaría dispuesto a implementar un modelo de diseño y construcción con materiales alternativos en su vivienda si eso significa un ahorro vs la construcción con materiales convencionales?	68 7	90.66 9.33	Si No
16	¿Cree usted que es importante el uso sostenible de recursos naturales en la construcción?	38 11 26	50.66 14.66 34.66	Si No No se

### Anexo 3. Plano de distribución de áreas



## Anexo 4. Planos Arquitectónicos

 <p>FACHADA FRONTAL</p>	 <p>FACHADA POSTERIOR</p>	<p>UBICACION:</p>  																		
 <p>FACHADA LATERAL DERECHA</p>	 <p>FACHADA LATERAL IZQUIERDA</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; font-size: small;">PROYECTO: PLANIMETRIA APROXIMADA</td> <td style="width: 50%;"></td> </tr> <tr> <td style="font-size: small;">CLAVE CATASTRAL: 88020791000</td> <td style="font-size: small;">NUMERO DE LOTE:</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="font-size: small;">PROPIETARIO:</td> </tr> <tr> <td style="font-size: small;">PROFESIONAL:</td> <td style="font-size: small;">ARQUITECTO:</td> </tr> <tr> <td style="font-size: small;">CONTIENE: PLANIMETRIA APROXIMADA</td> <td style="font-size: small;">LABORAL: <b>1</b></td> </tr> <tr> <td style="font-size: small;">ESCALA: 1:1000</td> <td style="font-size: small;">FECHA: ABRIL 2023</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="font-size: small;">DE: <b>1</b></td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="font-size: small;">SIMBOLOGIA:</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="font-size: small;">SELLOS MUNICIPALES:</td> </tr> </table>	PROYECTO: PLANIMETRIA APROXIMADA		CLAVE CATASTRAL: 88020791000	NUMERO DE LOTE:	PROPIETARIO:		PROFESIONAL:	ARQUITECTO:	CONTIENE: PLANIMETRIA APROXIMADA	LABORAL: <b>1</b>	ESCALA: 1:1000	FECHA: ABRIL 2023	DE: <b>1</b>		SIMBOLOGIA:		SELLOS MUNICIPALES:	
PROYECTO: PLANIMETRIA APROXIMADA																				
CLAVE CATASTRAL: 88020791000	NUMERO DE LOTE:																			
PROPIETARIO:																				
PROFESIONAL:	ARQUITECTO:																			
CONTIENE: PLANIMETRIA APROXIMADA	LABORAL: <b>1</b>																			
ESCALA: 1:1000	FECHA: ABRIL 2023																			
DE: <b>1</b>																				
SIMBOLOGIA:																				
SELLOS MUNICIPALES:																				

## Anexo 5. Render de la vivienda

