

	<b>UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA</b>			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	<b>FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO</b>	<b>F-AC-DBL-007</b>	<b>08-07-2021</b>	<b>B</b>
Dependencia	Aprobado		Pág.	
<b>DIVISIÓN DE BIBLIOTECA</b>	<b>SUBDIRECTOR ACADEMICO</b>		<b>1(1)</b>	

## RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

<b>AUTORES</b>	Jesús Eliecer Sánchez Lázaro		
<b>FACULTAD</b>	Ingeniería Civil		
<b>PLAN DE ESTUDIOS</b>	Ingeniería		
<b>DIRECTOR</b>	Alejandra Páez Gaona		
<b>TÍTULO DE LA TESIS</b>	Análisis de construcción eco-sostenible como alternativa para edificación de viviendas de interés social para el municipio de Morales-Bolívar		
<b>TITULO EN INGLES</b>	Analysis of eco-sustainable construction as an alternative for the construction of low-income housing for the municipality of Morales-Bolivar.		
<b>RESUMEN</b>			
El alcance y objetivo del presente estudio busca analizar las construcciones ecosostenibles como opción para vivienda de interés social, en el municipio de Morales Bolívar. Así mismo lograr unirse al esfuerzo del gobierno nacional y local que ha implementado estrategias con el fin de disminuir el déficit de vivienda, en lo esencial poder reducir los impactos ambientales que generan las construcciones convencionales; basándose en tres factores: social, económico y ambiental.			
<b>RESUMEN EN INGLES</b>			
The scope and objective of this study seeks to analyze eco-sustainable constructions as an option for social housing in the municipality of Morales Bolivar. It also seeks to join the efforts of the national and local governments that have implemented strategies to reduce the housing deficit, in order to reduce the environmental impacts generated by conventional constructions, based on three factors: social, economic and environmental.			
<b>PALABRAS CLAVES</b>	Desarrollo Sostenible, VIS Sostenible, VIS Convencional, Aspecto Económico, Aspecto Ambiental, Aspecto Social, impacto ambiental, construcciones convencionales, construcción sostenible.		
<b>PALABRAS CLAVES EN INGLES</b>	Sustainable Development, Sustainable VIS, Conventional VIS, Economic Aspect, Environmental Aspect, Social Aspect, environmental impact, conventional construction, sustainable construction.		
<b>CARACTERÍSTICAS</b>			
PÁGINAS: 104	PLANOS: 0	ILUSTRACIONES: 27	CD-ROM:



Análisis de construcción eco-sostenible como alternativa para edificación de viviendas de interés social para el municipio de Morales-Bolívar

Jesús Eliécer Sánchez Lázaro

Facultad De Ingenierías, Universidad Francisco De Paula Santander Ocaña

Ingeniería Civil

Ing. Alejandra Páez Gaona

11 Noviembre del 2021

## DEDICATORIA

Dedico este proyecto de grado primero que todo a Dios todo poderoso quien me brindo sabiduría y por ser mi guía en cada uno de los pasos que doy.

A mi padre Eliecer (QPD) quien desde el cielo sé que va a estar muy orgulloso de mi.

A mi madre Rosalba quien insistentemente preguntaba con preocupación sobre la culminación de mi proyecto, nunca dudo de mi ni me dejo de animarme.

A mi compañera María Fernanda Castro quien con su amor, paciencia, esfuerzo y apoyo incondicional me ha permitido llegar a cumplir hoy un sueño más. A mi hijo Emmanuel que con sus pequeñas sonrisas y gesto logro reubicarme en el rumbo que había desistido para la culminación de mi proyecto.

A Mis hermanos Luis Carlos, Esneider, Edwin y Sileny por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias.

A mi directora de proyecto de grado quien con su dirección, conocimiento, enseñanza y colaboración permitió el desarrollo de este trabajo.

A mis maestros quienes me brindaron su paciencia comprensión al enseñarme.

## AGRADECIMIENTOS

“A la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña por brindarme el apoyo necesario en mi formación profesional”.

“A la Ingeniera Alejandra Páez Gaona, quien con sus conocimientos y apoyo me guio a través de cada una de las etapas de este proyecto para alcanzar los resultados que buscaba”.

“A la Ingeniera Zully Yisel Femayor y María Fernanda Castro por sus asesoramientos y persistencia en el proyecto”

“A la secretaria de Planeación e Infraestructura del Municipio de Morales Bolívar por brindarme todos los recursos y herramientas que fueron necesarios para llevar a cabo el proceso de investigación”.

“A todos mis compañeros y a mi familia, por apoyarme aun cuando mis ánimos decaían. En especial, a mis padres, Hermanos que siempre estuvieron ahí para darme palabras de apoyo y un abrazo reconfortante para renovar energías”.

Muchas gracias a todos.

## Tabla de Contenido

Introducción .....	1
Resumen.....	5
1.    Capítulo I. Contextualización del Municipio de Morales-Bolívar.....	6
1.1.    Información Socio-ambiental del Municipio de Morales, Bolívar.....	6
1.2.    Construcción de Vivienda en la Región Caribe.....	10
1.3.    Vivienda Tradicional en Morales-Bolívar .....	11
1.4.    Vivienda Convencional en el Municipio de Morales .....	12
1.5.    Materiales y diseño arquitectónico para VIS Sostenible en Morales Bolívar .	17
2.    Capítulo II. Construcción de Vivienda .....	20
2.1.    Evolución en la Construcción de Vivienda .....	20
2.2.    Construcción de Vivienda Informal .....	22
2.3.    Construcción Convencional.....	23
2.4.    Construcción en Hormigón.....	24
2.5.    Construcción en Acero .....	25
2.6.    Construcción en Madera.....	25
2.7.    Construcción Sostenible .....	26
3.    Capítulo III. Vivienda de Interés Social .....	30

3.1.	Vivienda en Colombia.....	30
3.2.	Vivienda de Interés Social en Colombia .....	32
3.3.	Política Nacional de Construcción Sostenible.....	33
4.	Capítulo IV. Vivienda Convencional y Sostenible.....	38
4.1.	Comparación de Sostenibilidad Constructiva en Vivienda.....	38
4.2.	Ventajas y Desventajas de la Construcción Sostenible .....	41
5.	Capítulo V. Modelo VIS Sostenible en el Municipio de Morales .....	45
5.1.	Construcción Modelo de VIS-Sostenible en el Municipio de Morales.....	45
5.1.1.	Preliminares.....	48
5.1.2.	Cimentación de la Obra.....	48
5.1.3.	Construcción de Instalaciones Hidrosanitarias .....	51
5.1.4.	Construcción de Muros .....	51
5.1.5.	Construcción de Instalaciones Eléctricas de pisos y muros .....	52
5.1.6.	Construcción de Pañete .....	52
5.1.7.	Alistamiento de pisos y acabado .....	53
5.1.8.	Construcción de cubierta.....	54
5.1.9.	Instalación de Puertas y Ventanas-Carpintería Metálica .....	54
5.1.10.	Acabados .....	55
5.1.11.	Sistema de aprovechamiento de recolección de agua lluvia .....	55

5.1.12. Modelo VIS-Sostenible .....	56
6. Capítulo VI. Análisis Financiero .....	57
6.1. Análisis Financiero de una VIS Convencional.....	58
6.2. Análisis Financiero de una VIS Sostenible .....	58
7. ANALISIS DE RESULTADO .....	82
conclusión .....	84
8. Referencias.....	86

## Lista de Tablas

Tabla 1 Características constructivas de VIS convencional El Paraíso .....	14
Tabla 2 Materiales según su inercia térmica.....	18
Tabla 3 Materiales en el diseño arquitectónico.....	19
Tabla 4 Comparación de Sostenibilidad en Viviendas .....	39
Tabla 5 Construcción Sostenible .....	42
Tabla 6 Presupuesto general construcción de VIS.....	62
Tabla 7 Presupuesto general construcción de VIS Sostenible .....	67
Tabla 8 Presupuesto VIS convencional vs presupuesto VIS sostenible. ....	72
Tabla 9 Presupuesto de Material.....	80

## Lista de Figuras

Figura 1 Zona Urbana Municipio de Morales-Bolívar .....	6
Figura 2 Clasificación de la tierra Municipio de Morales. ....	8
Figura 3 Límites Municipio de Morales .....	9
Figura 4 Río Magdalena, hogar de Familia de Pescadores. ....	10
Figura 5 Construcción en bahareque y palma. ....	11
Figura 6 Lote y Viviendas inundada Urbanización El Paraíso .....	13
Figura 7 VIS Convencional Urbanización el Paraíso .....	13
Figura 8 Bohíos en lote de urbanización los Ángeles.....	16
Figura 9 Construcción Convencional Urbanización los Ángeles .....	17
Figura 10 Factores que inciden en la técnica constructiva. ....	23
Figura 11 Tipos de Albañilería. ....	24
Figura 12 Sistema de clasificación: Sencillo y ágil. ....	28
Figura 13 Casa Tenjo-Cundinamarca .....	29
Figura 14 Casas, ranchos y bohío en la Colonia. Reconstrucción hipotética. ....	31
Figura 15 Plano Arquitectonico modelo.....	45
Figura 16 Plano arquitectónico .....	46
Figura 17 Plano arquitectónico .....	47

Figura 18 Replanteo .....	48
Figura 19 Excavación manual de la obra .....	49
Figura 20 Recebo Compactado .....	49
Figura 21 Canasta de Refuerzo y Cimentación.....	50
Figura 22 Sobrecimiento en BTC .....	51
Figura 23 Instalación Sanitaria .....	51
Figura 24 Construcción de Muros.....	52
Figura 25 Pañete de Muro.....	53
Figura 26 Alistamiento de pisos .....	53
Figura 27 Cubierta Ecoroof asa residencial .....	54
Figura 28 Sistema de recoleccion de agua lluvia.....	55
Figura 29 Modelo de Vivienda Sostenible.....	56

## Introducción

La Pandemia provocada por el coronavirus SARS Cov-2, ha impactado el ritmo de vida a nivel mundial. Uno de los sectores, que ha experimentado un gran impacto global es la economía. Cada país asume de manera responsable la crisis actual, procurando atenuar los efectos de la pandemia en la población, igualmente, ha creado políticas para recuperarse en su economía, que hasta hoy, presenta un pronóstico reservado (JLL Research & Strategy, 2020). El impacto global del Coronavirus y la incertidumbre económica están llevando a un estallido de la “burbuja inmobiliaria”, de acuerdo con un informe publicado por Bloomberg Economics. A pesar de este panorama, la economista y autora del informe Niraj Shah, expresa de manera esperanzadora que puede ocurrir más un enfriamiento que un colapso en el mercado inmobiliario (Aranda, 2021).

Hay que considerar, con igual medida de importancia, los impactos ambientales que genera la construcción de vivienda convencional. En un Congreso Internacional de profesionales, sobre el análisis de ciclo de vida de los materiales de construcción mostraron que, el mayor impacto ambiental se da en la fase de uso u operación de la vivienda. Enfatizando en que, la calidad del ambiente en el interior de la vivienda es fundamental, es el lugar donde más tiempo se permanece, su óptima habitabilidad mejora la salud, que es la mayor inquietud de la población. Similarmente, en la fase de producción de materias primas se evidenció que la construcción es responsable de un “38% de las emisiones de CO<sub>2</sub>, el 74% de producción de residuos o el 75% de la toxicidad en el ambiente”(Wadel – GBCe, 2017).

En Colombia, se ve reflejado este panorama mundial, en un reciente informe económico presentado por la Cámara Colombiana de la Construcción (CAMACOL), muestran el alza de precios de los insumos para la construcción de vivienda, que tiene repercusión directa con el precio final del inmueble. Acogerse a los incentivos fiscales al consumo, son los que mantendrán una demanda mundial fuerte (Camacol, 2021a). Desde una mirada ambiental, la construcción en Colombia genera el 30% de emisiones de CO<sub>2</sub> y 40 % de residuos, consume un 40% de energía, de igual modo consume un 60% de materiales extraído de la tierra (TECNALIA, 2017)

El presente estudio busca analizar la construcción eco-sostenible como alternativa de construcción de vivienda de interés social en el municipio de Morales, de esta manera sumarse al esfuerzo nacional y local de brindar vivienda a la comunidad. En Colombia una de las estrategias para afrontar el déficit de vivienda, que mejora la calidad de vida, es la modalidad de Vivienda de Interés Social (VIS). La construcción convencional de este tipo de vivienda, que regularmente es a gran escala, genera impactos a nivel ambiental, económico, social y su diseño de habitabilidad poco sostenible. Es un tema que en teoría ha sido ampliamente estudiado, no obstante, la construcción eco-sostenible aún no es frecuentemente empleada a la VIS a gran escala. La normatividad colombiana ha hecho esfuerzos por regular este tipo de construcción y brindar alternativas a la hora de tomar decisiones en los proyectos de VIS. Aún queda camino por recorrer, especialmente en el estudio de materiales que se encuentran en la región para la construcción de vivienda, esto puede ser un gran apoyo a las regiones y una disminución económica muy significativa. Hay que mencionar además que, en el Municipio de Morales, la construcción de VIS Convencional en tan sólo 9 años tuvo un aumento en costo del 57,8 %; análisis que se realiza basado en los costos por vivienda del Proyecto Urbanización los Ángeles, Morales-Bolívar (Geotec-Enterritorio, 2016) y el presupuesto general de la construcción de VIS

Convencional del presente estudio. Por lo anterior, se sustenta la necesidad de realizar el presente estudio, que además de presentar el análisis de construcción eco-sostenible, sirva de referente en sus aspectos técnicos y económicos en los proyectos constructivos del municipio, en particular, el “Proyecto de Vivienda Villa Diana” para 180 familias de escasos recursos que será desarrollado en el municipio.

En este orden de ideas, para alcanzar el propósito principal de la presente monografía, es necesario estudiar el contexto situacional del municipio para tener un diagnóstico real de la vivienda de interés social que se vive dentro de este ente territorial, así mismo conocer conceptualmente la evolución de la construcción de vivienda, materiales constructivos y lo relacionado a la construcción sostenible. Con esta información se entra a comparar la construcción de vivienda de interés social sostenible y la vivienda de interés social convencional en su aspecto ambiental y económico y finalmente poder plantear un modelo de vivienda de interés social sostenible en el municipio de Morales Bolívar como alternativa de construcción de vivienda digna para la comunidad.

El desarrollo del presente estudio cuenta con una estructura dividida en 6 capítulos. En el capítulo 1. Construcción de Vivienda, se da una mirada a la evolución de los materiales en la construcción de vivienda, hasta el momento actual. En el capítulo 2. Se dan a conocer las técnicas constructivas más comunes, así como, la construcción sostenible como una nueva forma de optimizar las edificaciones. El capítulo 3., Se describe la situación actual de la VIS en Colombia, así como un análisis a su política normativa nacional con propuestas sostenibles para las nuevas edificaciones. Se realiza una comparación de la VIS Convencional y la VIS Sostenible, allí se revelan sus ventajas y desventajas. El capítulo 5. Construcción modelo de VIS Sostenible en el Municipio de Morales, se describe la construcción de este tipo de vivienda como

propuesta para nuevas viviendas en el Municipio. Finalmente, el capítulo 6. Análisis financiero, muestra los costos de materiales para la construcción de VIS Convencional y VIS Sostenible que permite el análisis de viabilidad económica en los dos tipos de construcción.

## **Resumen**

El objetivo central del presente estudio es el análisis de la construcción sostenible como alternativa para la edificación de vivienda de interés social en el municipio de Morales Bolívar. El estudio se ha estructurado en seis capítulos, en su desarrollo se realiza una contextualización del municipio, después se describe la realidad ambiental, social y económica que permiten determinar la viabilidad de la construcción de VIS Sostenible. La política de VIS está diseñada para la población de escasos recursos, por ello la VIS Sostenible es adecuada para este tipo de población, ya que garantiza la optimización y ahorro en el uso de agua, energía y materiales, así como la adaptación bioclimática de la vivienda. La construcción de VIS Sostenible en el Municipio de Morales se presenta como una alternativa altamente viable, puesto que, es posible adquirirla, no sólo por recursos propios, sino pagos por ahorro que la vivienda trae en su etapa de funcionamiento, permitiendo al propietario un retorno de inversión en términos económicos, ambientales y de habitabilidad.

## Capítulo I. Contextualización del Municipio de Morales-Bolívar

### 1.1. Información Socio-ambiental del Municipio de Morales, Bolívar.

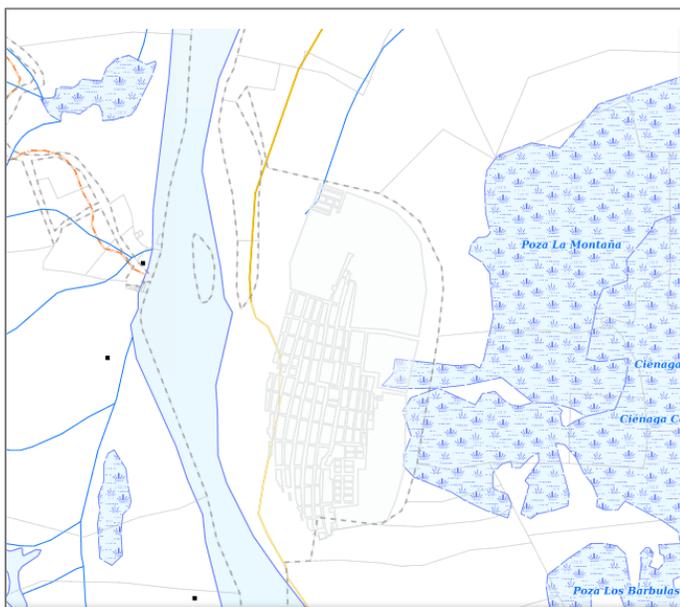
El Plan de Desarrollo 2020-2023 de corazón por el cambio del municipio de Morales ofrece la información que se presenta a continuación.

- Localización

El municipio de Morales, está localizado al sur del Departamento de Bolívar. Hace parte de la subregión del Magdalena Medio. Su cabecera municipal está ubicada en una Isla al margen oriental del brazo del río Magdalena, con una altura de 25 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.).

Figura 1

*Zona Urbana Municipio de Morales-Bolívar*



Fuente: Tomado de Catastro Colombia (IGAC, 2020b)

- Población

El municipio tiene una población de 22.259 habitantes, de acuerdo al DANE para el año 2018. En la base de datos del Sisben a corte de febrero había una población de 15.611 personas.

- Medio ambiente

Su principal ecosistema estratégico es un área pantanosa de complejo cenagoso, también, posee una zona de reserva forestal como bosque seco tropical. Morales presenta una amenaza del 92.3% del municipio por fenómenos hidrometeorológicos. En algunas ocasiones ha sido afectado por inundaciones. El cambio climático se ha manifestado en el municipio presentando fuertes sequías.

- Climatología

Morales tiene una temperatura media máxima con variaciones entre los 34,8-36,2 °C, cuenta con una humedad relativa del 70%, presenta una precipitación media anual de 1.110,4 mm.

- Geomorfología

El municipio está ubicado entre las estribaciones orientales de la Serranía de San Lucas en la Cordillera Central y el Valle Medio del Magdalena del Sur de Bolívar, estas características permiten diferenciar dos unidades de paisaje: La Serranía de San Lucas, unidad montañosa y Llanura Aluvial de desborde del río Magdalena, tierras bajas.

- Hidrografía

El municipio de Morales tiene dos características hidrológicas muy desiguales; por una parte, al occidente de los brazos Simití-Morales, esta hace parte de la red hidrográfica de la

Serranía de San Lucas y al oriente, entre los brazos de Simití-Morales y el río Magdalena, que es parte de la red de la llanura aluvial de desborde del río Magdalena.

Figura 2

*Clasificación de la tierra Municipio de Morales.*

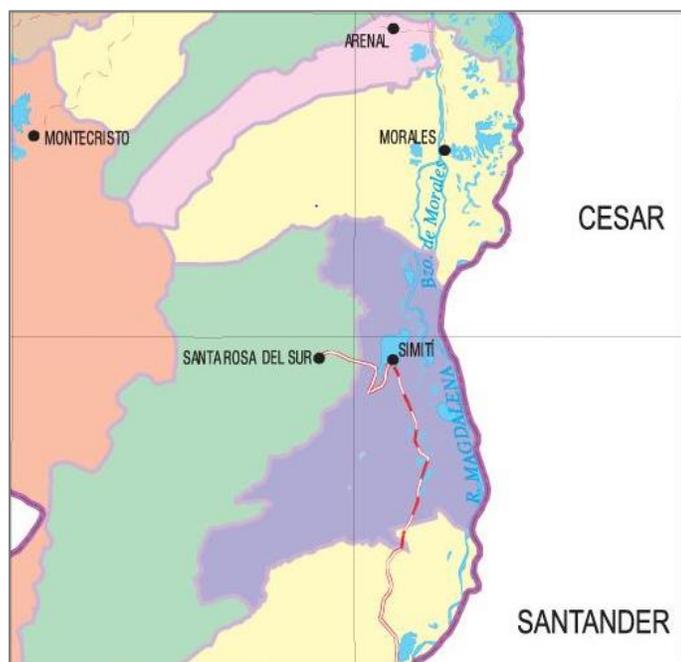


Nota. Municipio de Morales, se observa la Serranía de San Lucas al occidente y la llanura del río Magdalena, así como la clasificación de tierras por la vocación de uso. Tomada de Agrología-Consulta (IGAC, 2020a)

- Límites

El Municipio de Morales, limita al Norte con el Municipio de Arenal y río Viejo. Al este, es separado por el Río Magdalena y Gamarra en el Departamento del Cesar. Al sur limita con los Municipios de Simití y Santa Rosa del Sur y el Municipio de Puertos Wilches en el Departamento de Santander. Al oeste limita con el Municipio de Montecristo.

Figura 3

*Límites Municipio de Morales*

Fuente: Adaptado de Departamento de Bolívar (Colombiamania, 2017)

- Vivienda

Los datos de vivienda en el Municipio están ampliamente detallados en el Capítulo 1.4

- Índice de pobreza

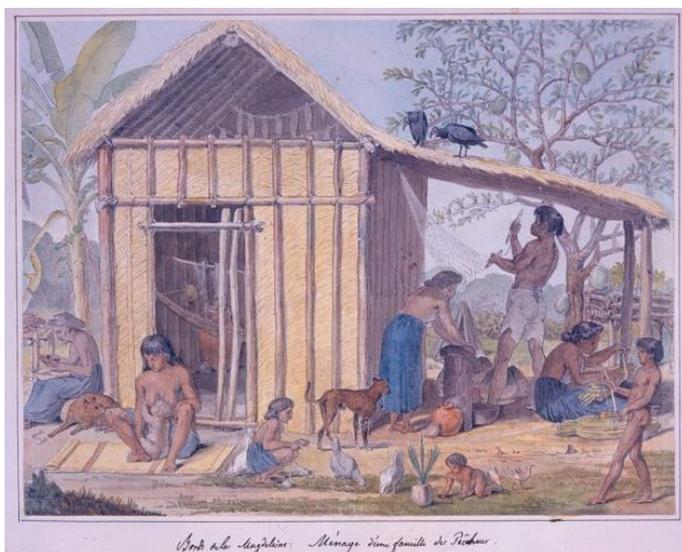
En el Municipio el promedio del Índice de Pobreza Multidimensional-IPM, para el 2005 era del 85%. El área rural su IPM es del 90.6% y la cabecera municipal del 74.9%. En el censo del 2018 la Necesidad básica Insatisfecha (NBI) en la zona rural es de 66.29% y el área urbana fue de 58.27%.

## 1.2. Construcción de Vivienda en la Región Caribe

La región Caribe está compuesta por los departamentos de Bolívar, Sucre y Córdoba. La forma de construcción se evidencia especialmente en las paredes o cerca, como lo muestra la Figura 4., tomada de la colección de arte del Banco de la República, donde fue graficada una vivienda familiar construida a orillas del río Magdalena. Los sistemas constructivos utilizados para las paredes son la trabilla o rejilla, vara parada y embutido. Los materiales utilizados son la madera y caña, puesto que, son resistentes y flexibles, y sus viviendas eran hechas en bahareque, con espacios semiabiertos (Gama, 2007)

Figura 4

*Río Magdalena, hogar de Familia de Pescadores.*



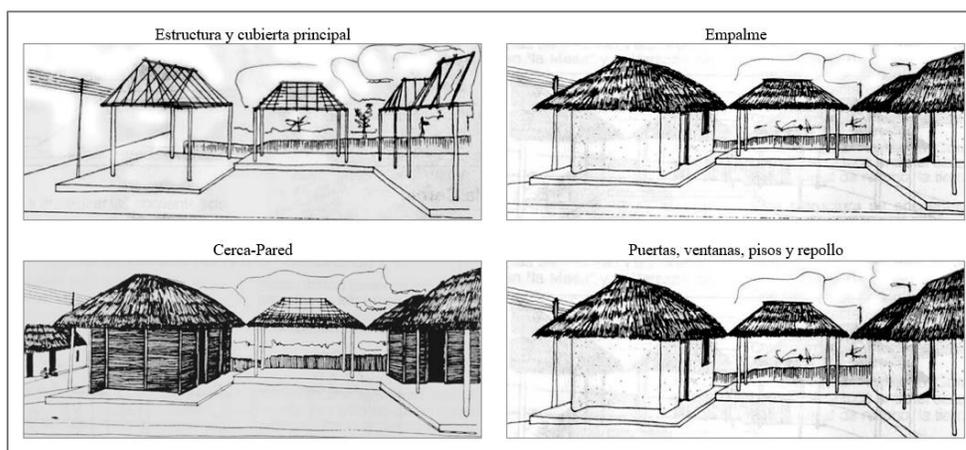
Fuente: Colección de arte Banco de la República (Désiré Roulin, 1823)

### 1.3. Vivienda Tradicional en Morales-Bolívar

En el Municipio de Morales en 1630, fue construida la primera Iglesia hecha en bahareque y techo de palma amarga (Alcaldía Municipal Morales-Bolívar, 2020). Las dificultades económicas del Municipio no han permitido un avance en el modelo construcción de vivienda, aún las casas se construyen con techos de palma marga y bahareque (Lafaurié et al., 1999) . En la Figura 5., muestra el proceso constructivo con madera, bahareque y palma en la Región del Caribe. A pesar del lento avance en la edificación de vivienda, la Alcaldía Municipal anunció la construcción de 180 VIS “Villa Diana” que beneficia a las familias con necesidades más apremiantes del municipio (Torres Ruíz, 2020)

Figura 5

*Construcción en bahareque y palma.*



Adaptado de “El Bahareque en la Región del Caribe” Fuente: (SENA, 1990)

#### **1.4. Vivienda Convencional en el Municipio de Morales**

El municipio de Morales ha realizado proyectos de construcción de VIS Convencional, con el propósito de brindar a su comunidad un lugar digno para habitar, cumpliendo con los estándares de calidad estipulados por la ley. Indiscutiblemente, estos proyectos de VIS, ayudan a afrontar un déficit de vivienda, que presenta el Municipio. En la zona rural, hay un déficit en un 77,7%, además, muchos jóvenes en edad productivas, viven aún con sus padres y familiares, incluso en una misma habitación (Alcaldía Municipal Morales-Bolívar, 2020). El DANE confirma estos datos, ya que muestra a Morales, como uno de los municipios con mayor déficit cuantitativo de vivienda en el Departamento de Bolívar. DANE (2020)

En el año 2009, se desarrolla la construcción de 74 VIS Convencional en la Urbanización el Paraíso, la ejecución de la obra estuvo a cargo de la U.T. El Paraíso. Pese a las dificultades, por cuenta de una ola invernal en la región, como muestra la Figura 8., y dificultades derivadas de ello, vías de acceso inundadas quedando incomunicados por algunos meses, además, el proveedor de bloques incumplió su contrato. Con todo ello, se culmina de manera satisfactoria la edificación de las viviendas en el año 2013, como se observa en la Figura 9., el costo por vivienda fue de \$ 11.006.912. Las viviendas construidas, en la urbanización, son lotes nucleados (Lote destinado para vivienda) de 72 m<sup>2</sup> de área, en lo que se estableció un área de construcción de 40 m<sup>2</sup>. Las etapas en las que se realizó la construcción de la viviendas comprende; La cimentación, estructura, mampostería, cubierta y acabados e instalaciones (Geotec-Enterritorio, 2013)

Figura 6

*Lote y Viviendas inundada Urbanización El Paraíso*



Fuente: Informe de seguimiento (Geotec-Enterritorio, 2013)

Figura 7

*VIS Convencional Urbanización el Paraíso*



Fuente: Informe de seguimiento (Geotec-Enterritorio, 2013)

Tabla 1

*Características constructivas de VIS convencional El Paraíso*

Ítem	Descripción
1	<p>Unidad Básica</p> <p>Sala, comedor, cocina, dos alcobas, baño y lavadero</p>
2	<p>Mampostería</p> <p>Levante en bloque cemento e= 0,12 m</p>
3	<p>Estructuras</p> <p>Dovelas con refuerzo principal 1 Ø 3/8" llenas de concreto</p> <p>Viga área de amarre con 2 Ø 3/8"</p> <p>Flejes de Ø1/4" espaciados cada 20 cm en el tercio medio y cada 10 cm en la aproximación a los nudos</p> <p>cinta de amarre con 2 varillas de Ø1/4"</p> <p>Flejes de Ø1/4" cada 20 cm</p> <p>Viga de amarre y viga cinta en concreto igualmente reforzado.</p> <p>Muros en bloque a la vista, excepto los muros del baño, (se entregan pañetados a media altura) y por encima del mesón de la cocina (pañetados) 60 cm</p>
5	<p>Cubierta</p> <p>Teja de Fibro - cemento (asbesto-cemento) apoyado sobre cerchas metálicas</p>
6	<p>Instalaciones sanitarias</p>

---

	Combo sanitario de línea económica con sus correspondientes accesorios.
7	Instalaciones hidráulicas y eléctricas  Tubería PVC
8	Plantilla para pisos  Concreto de 7 cm de espesor
9	Aparatos sanitarios  Combo sanitario de línea económica con sus correspondientes accesorios
10	Cocina  Mesón en concreto con lavaplatos de aluminio
11	Carpintería metálica calibre 20  Puerta principal (cerradura de seguridad), posterior (pasador)  Puerta del baño (pasador)
12	Lavadero  En la parte posterior se instala lavadero de ropas prefabricado
13	Ventanas  Fachada principal en Aluminio

---

Fuente: Caracterización de la obra (Geotec-Enterritorio, 2013)

Posteriormente, se desarrolla el proyecto de construcción de 78 VIS convencional denominado “urbanización los Ángeles” en la zona urbana del municipio, en el año 2012. El proyecto estuvo a cargo de la U.T. VIS Morales y la Alcaldía Municipal, quienes ejecutaron el

Subsidio Familiar de Vivienda (SFV) asignado por FONAVIVIENDA. El área del lote nucleado fue de 72 m<sup>2</sup>, el área construida de 40 m<sup>2</sup>, y el costo por vivienda es de \$17.368.210. Los materiales de construcción utilizados son iguales a los empleados en la Urbanización Paraíso, detallados en la Tabla 4. En la Figura 10., se observa el terreno que, en su momento, tenía viviendas construidas, de forma tradicional, por bohíos (Palma Africana, guadua y cubierta en barro). En el año 2015 se culminó la obra, y su cumplimiento fue del 100%. En las etapas constructivas de cimentación, estructura, mampostería, cubierta, acabados e instalaciones, se realizó con un sistema constructivo tradicional, como lo muestra la Figura 11. (Geotec-Enterritorio, 2016)

Figura 8

*Bohíos en lote de urbanización los Ángeles*



Fuente: Urbanización los Ángeles (Geotec-Enterritorio, 2016)

Figura 9

*Construcción Convencional Urbanización los Ángeles*

Fuente: Urbanización los Ángeles (Geotec-Enterritorio, 2016)

En el Municipio de Morales, no se han realizado VIS Sostenible, por ello se considera una propuesta altamente viable y ambientalmente adecuada, descrito en el capítulo 5., para los proyectos que posteriormente se realicen en el Municipio, como el que se planea a futuro “Proyecto de Vivienda Villa Diana” (SECOP I, 2020)

### **1.5. Materiales y diseño arquitectónico para VIS Sostenible en Morales Bolívar**

La Guía Técnica para VIS del Ministerio de Vivienda de Colombia brinda una orientación en cuanto a los materiales de construcción sostenible, de acuerdo a la climatología de cada lugar donde se va a edificar, como se muestra en la Tabla 2., Materiales según su inercia térmica.(Minivivienda, 2011)

El Área Metropolitana del Valle de Aburrá, por su parte, ha desarrollado una Guía para el diseño de edificaciones sostenibles, aplicando las políticas públicas para la construcción sostenible, en ella se puede encontrar elementos que permiten; la caracterización del lugar y los

criterios técnicos para la construcción que favorecen a la sostenibilidad (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2019)

Tabla 2

*Materiales según su inercia térmica*

Actividad de construcción	Clima cálido húmedo 24-<sup>a</sup>C	
	Tradicional	Convencional
Muros	Esterilla de guadua con barro	Unidades de Mampostería huecas
		Pañetes
Cubierta	Estructura en madera	Divisiones internas en materiales ligeros
		Teja de barro
Pisos	Baldosín	Teja de fibrocemento
		Teja de zinc
		Baldosín de cemento
Ventanas	Madera con basculantes verticales de gran abertura	Vinilo
		Tabla cerámica
		Madera
		Calados
		Anjeo

Nota. La inercia térmica en Morales es alta, por ello la elección de estos materiales. Adaptado de inercia y aislamiento térmico de los materiales (Minivivienda, 2011)

Las características de los materiales y un diseño arquitectónico que responde a las necesidades ambientales de las edificaciones, en la Tabla 3., se encuentran los materiales aplicables al municipio de Morales .(Minivivienda, 2011)

Tabla 3

*Materiales en el diseño arquitectónico*

<b>Aspecto de Construcción sostenible</b>	<b>Clima cálido seco</b>
Control solar	Se debe contar con sombra externa proporcionada por la vegetación, así, disminuye la radiación solar en la vivienda, igualmente impide aumento de temperatura interna.
Aislamiento Térmico	Los materiales utilizados deben garantizar máximo aislamiento, absorbiendo el calor.
Cubierta	Planas horizontales, el municipio presenta lluvias escasas y leves.
Espacios externos	Por medio de aleros, se debe proteger asoleamiento la vivienda

Nota. Aspectos arquitectónicos que dan solución a las condiciones climáticas del Municipio de Morales. Adaptado de inercia y aislamiento térmico de los materiales (Minivivienda, 2011)

## **Capítulo II. Construcción de Vivienda**

El ser humano siempre ha buscado un lugar que le proteja del clima, de las amenazas externas y salvaguarde sus posesiones. Para ello, ha utilizado los materiales y elementos que le brinda el medio en que habita para construir dicho lugar; un espacio que se adecúa a sus necesidades. En el momento de construir, es determinante las condiciones climáticas, considerando que el frío y el calor requieren de una adaptación específica en el diseño y construcción de las edificaciones. Para construir, lo más importante son los materiales disponibles, proporcionados por el ambiente en que se encuentra el ser humano, de hecho, donde hay bosque abundante, se construyen estructuras en madera, por otro lado, hay construcciones en hielo, como los iglús, incluso, en diferentes regiones del mundo se han utilizado la piel de animales que les ha brindado un lugar seguro para habitar. En términos de diseño, es tan variada como la imaginación del hombre, la influencia en ello, depende de muchos factores; físicos, culturales, religiosos, entre otros.

### **2.1. Evolución en la Construcción de Vivienda**

Un acercamiento a la línea del tiempo de la construcción de vivienda, lleva a contemplar lo que hasta hoy se ha podido descubrir de épocas remotas por medio de la ciencia, especialmente de la arqueología. En la prehistoria, los hombres habitaban en cuevas, utilizándolas como refugio del frío, nieve o lluvia, ya que les brindaba un espacio seguro, amplio para almacenar alimentos y se podía encender fogatas (Simancas Yovane, 2003). Con el paso del tiempo, las comunidades se establecieron en las cuencas de los grandes ríos, por ello, se hizo necesario realizar construcciones más duraderas. En estas zonas, las casas eran construidas de

adobe, que son ladrillos sin cocer, fabricados del barro que extraían del río. Este era el modelo de construcción en el Nilo y Mesopotamia. Por lo que se refiere a la piedra, los egipcios construían con este material y muchos de sus estructuras, después de 4.000 años sigue en pie. Desde la Edad de Piedra hasta el siglo xviii, en Europa eran construido los tejados de tal manera que resbalaran el agua y la nieve, en estas obras se empleaba la madera, barro o ladrillo.

Un gran exponente de la construcción antigua es Roma, las casas de los más pudientes tenían calefacción, baños y tuberías de desagüe. Uno de los materiales de construcción más utilizados desde hace muchos años, hasta hoy, es el ladrillo, hecho principalmente con arcilla cocida. Sus características le permiten ser muy versátiles para la construcción; tienen diferentes tamaños, son muy resistentes, aislantes, impermeables, y de fácil adquisición económica. La piedra y la madera, se siguen utilizando en las edificaciones, pero ya no es un material fundamental en la obra.

El hormigón, era un material conocido, sin embargo, desde el siglo XX se utiliza de forma masiva. El hormigón es una mezcla de arena, grava y agua con un elemento aglutinante, regularmente es cemento portland, es utilizado en la elaboración de prefabricados y todo tipo de construcción. Otros materiales recurrentes a la hora de construir es el plástico y el poliéster reforzado (Murillo Mosquera, 2014). El modelo de construcción del siglo XX está definido por la utilización del acero. Esencialmente, es una aleación de hierro y carbono, con lo que es posible obtener un material resistente y elástico. La Torre Eiffel es la obra más grande como ejemplo del material de metal en la construcción, hasta hoy, es el símbolo de Paris. Sin embargo, el gran progreso de este siglo se dio por emplear en su técnica constructiva la unión entre hormigón y acero, modificando la manera de construir. “El hierro modificó la forma de construir un edificio, logró distribuir las cargas de la cubierta en elementos esbeltos que no cubrían por completo los

paramentos, permitió concebir de forma separada la estructura de soporte de los materiales que servían para delimitar un espacio de otro, entre el interior y el exterior” (Ledesma, 2014).

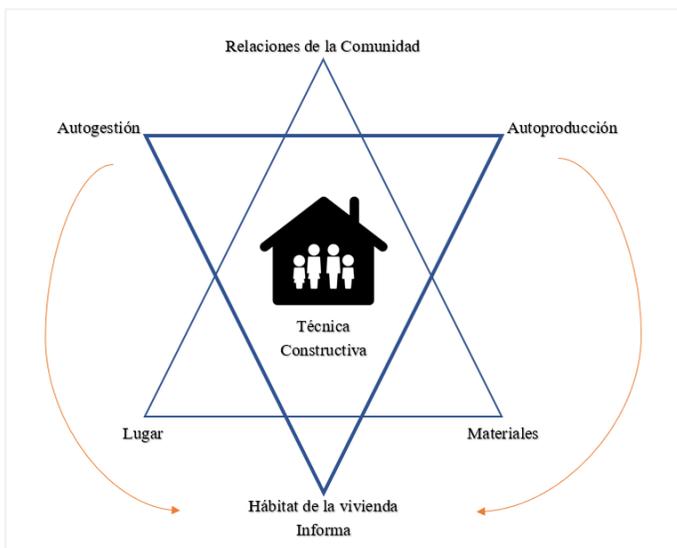
En los últimos años, debido al auge del cuidado a los recursos naturales, cambio climático y conciencia ambiental, propuesta desde los Objetivos de Desarrollo Sostenible, las técnicas constructivas y los materiales empleados han sido adaptado a estas expectativas, dando origen a la construcción sostenible. Más aún, en la Unión Europea, se propuso que a partir del 1 de Enero de 2021, todos los edificios de nueva construcción, su consumo energético debe ser casi nula, como una estrategia para solucionar el gasto de energía y emisiones de CO<sub>2</sub>, según lo citado por (Rodríguez Soria, 2019)

## **2.2. Construcción de Vivienda Informal**

Hernández Castro, (2006) describe la técnica constructiva como respuesta a la necesidad del ser humano del cobijo y funcionalidad, y añade, que esta técnica es un “modo de hacer en un momento determinado”, utilizando recursos como el talento humano y recursos físicos que entran en relación con el medio ambiente y el objeto que se va a construir un determinado lugar. La técnica constructiva en el contexto informal es posible por medio de la autogestión y autoproducción de la vivienda, en la que influyen principalmente tres factores; las relaciones de la comunidad, los materiales disponibles y el lugar, como lo muestra la Figura 10.

Figura 10

*Factores que inciden en la técnica constructiva.*

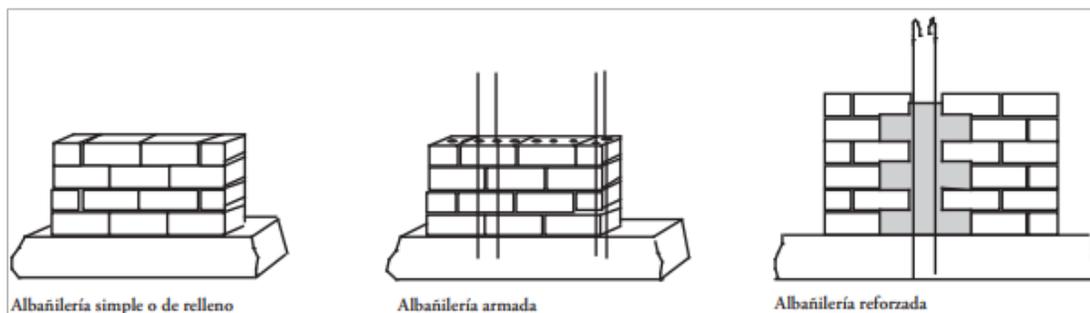


Adaptado de Factores que inciden en la técnica constructiva (Hernández Castro, 2006)

### 2.3. Construcción Convencional

Es el arte de realizar una estructura construida, donde se utiliza ladrillos de cerámica, piedras y bloques de cemento o elementos de forma semirregular, ilustrado en la Figura 11. Estos materiales están unidos entre sí empleando una capa de mortero. Los materiales empleados en la albañilería son: Cerámica, cemento, piedra y adobe.

Figura 11

*Tipos de Albañilería.*

Fuente: Tomado de técnicas de construcción (Solminihac T. & Thenoux Z., 1997)

## 2.4. Construcción en Hormigón

El hormigón o cemento armados es, tanto una técnica de construcción, como un material. El hormigón, gracias a sus características, no se oxida, soporta grandes esfuerzos de compresión, es más barato, o puede sustituir a la piedra en la construcción de arcos o bóvedas (Páez, 1986). La construcción en hormigón tiene un importante avance en el tiempo, inicialmente, fue el hormigón, luego el hormigón armado, posteriormente, el hormigón pretensado y postensado. Las nuevas tecnologías han permitido combinaciones con excelentes resultados; reducción de fluencia, durabilidad, resistencia, y mejora en sus características físico-químicas (Romea, 2014). Los principales materiales del hormigón son: Cemento, agua, áridos, aditivos y adiciones. Las etapas de una operación constructiva con hormigón son: Característica en su materia prima, preparación y dosificación del hormigón, transporte y colocación, curado y protección, por último, fase de control (previo, durante y posterior al hormigonado). Con el uso

de aditivos la industria del hormigón y del cemento hasta realizar elementos prefabricados, logrando con ello un gran desarrollo hasta convertirlo en tendencia.

## **2.5. Construcción en Acero**

En las estructuras metálicas, su materia prima es el acero. Dentro de sus principales características se encuentra su amplia utilización para alcanzar grandes magnitudes, es posible construir en terreno más rápidamente que las tradicionales y su estructura es más liviana que el hormigón armado. Para la producción y construcción de estructuras metálicas se pasa por cuatro etapas; La minería del hierro, las plantas de acero (altos hornos, acería y laminación), las plantas de estructuras o talleres de fabricación, por último, el montaje de estructuras.

## **2.6. Construcción en Madera**

Es uno de los materiales más antiguos en la construcción. Se caracteriza por su facilidad para trabajar a tracción y flexión, tiene un amplio uso, es un material reciclable y es un recurso renovable. Ha sido tradicionalmente utilizada en la construcción artesanal, sin embargo, la industria ha realizado algunas construcciones a bajo costo y en plazos cortos. En el proceso de construcción con madera se parte desde la selección en sus propiedades físicas y mecánicas, se realiza una clasificación. Al construir la estructura, en un primer piso, puede realizarse un apoyo en hormigón o puede estar en contacto con el suelo. Para que sea resistente la construcción, es recomendable realizar un entramado o armazón de forma vertical y horizontal, posteriormente se instala los revestimientos y pavimentos. En las uniones, se utilizan, conectores, pletinas, tornillos y pernos y clavos. Hay que mencionar, además, la protección de la madera, los agentes

destructores como el fuego, el clima, el desgaste mecánico y de carácter biológico, pueden deteriorar el material. Es recomendable utilizar preservantes químicos, así como un control asiduo a la estructura. De las condiciones climáticas, es posible protegerla con la aplicación de pinturas. En relación con el fuego, se debe utilizar sustancias retardadoras del fuego, si bien no evita el daño totalmente, permite demorar la propagación de la llama y su encendido. Para terminar, se debe realizar la cubicación, de acuerdo al tipo de elemento; tabiques, los pies derechos, los envigados y las vigas maestras.

## **2.7. Construcción Sostenible**

En la década del 1970, el profesor Antón Schneider, Alemán, fundó el IBN (Instituto de Biología de la Construcción), donde definió la bioconstrucción como “el estudio de las relaciones holísticas entre las personas y su entorno construido”(Schütz, s. f.), adelantándose a lo que más tarde se propone como construcción sostenible. Posteriormente, en el año 1987 con el informe de Brundtland, se da a conocer el término desarrollo sostenible que, satisface la necesidad de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de la generación futura para atender sus propias necesidades; las columnas que sostienen el desarrollo sostenible es la sociedad, el medio ambiente y la economía, desde una relación profundamente equilibrada. (Larrouyet, 2015). En 1992 el Informe de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el medio ambiente y el desarrollo; refiriéndose al desarrollo sostenible, al ser aplicado, es la garantía de crecimiento económico y el bienestar de la comunidad sin arriesgar la conservación y preservación de los recursos naturales en generaciones futuras, citado por (Valencia, 2018) En la Agenda XXI el sector construcción va de la mano con el avance socioeconómico, por tanto, este

sector debe adoptar políticas, tecnologías e intercambiar información para brindar vivienda a la comunidad sin perjuicio del ambiente y salud de las personas. (PNUMA, 1992)

A nivel mundial se han creado distintas fundaciones que otorgan certificados ambientales la sostenibilidad de las edificaciones, así, por ejemplo:

**BREEAM:** Es el Primer certificado de construcción sostenible. Es un método de evaluación y certificación que garantiza una edificación sostenible. Los aspectos que evalúan; Innovación, uso ecológico del suelo, residuos, energía, transporte, materiales, bienestar, salud, gestión, agua. Aplicando este método ha logrado ser referencia a nivel mundial en la construcción sostenible de edificios nuevos y existentes. Igualmente, esta certificación abarca viviendas unifamiliares y en bloques. (BREEAM Internacional, s. f.)

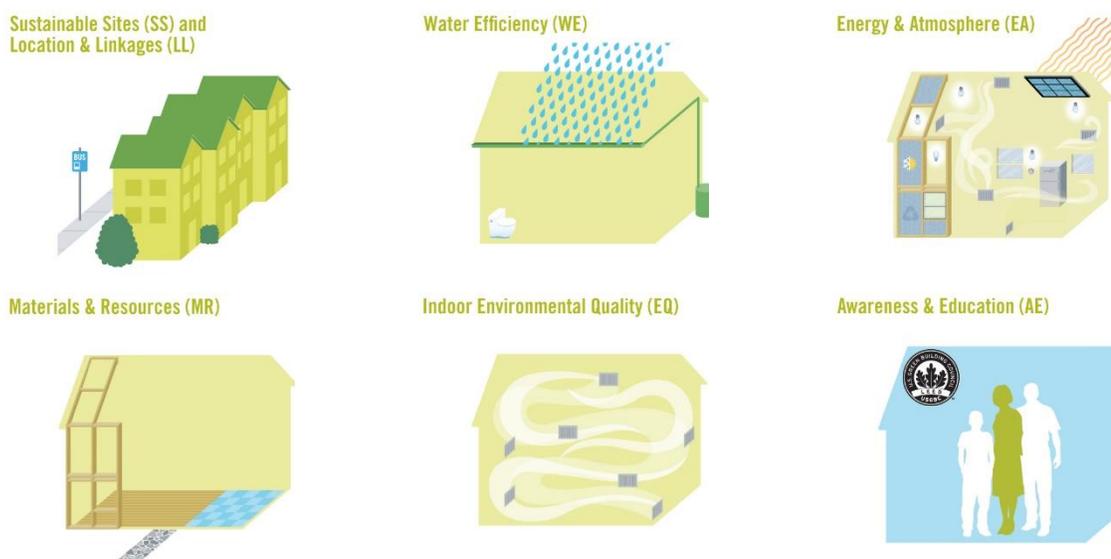
**Green Star:** Fue creado en 2003 por Green Building Council of Australia, Green Star es un proceso de evaluación sostenible en la construcción de edificios, equipamientos y comunidades. Esta evaluación se realiza teniendo en cuentas los atributos de sostenibilidad por medio de categorías de impacto. Green Star Home, fue lanzada el 31 de Agosto de 2021, tanto para constructores de vivienda como compradores, con el fin de crear viviendas con energías renovables que sean saludables, libres de combustibles fósiles y altamente eficientes(Green Building Council of Australia, s. f.)

**LEED:** En 1993 se reunieron algunas organizaciones sin ánimo de lucro y crearon una coalición para abarcar la industria de la construcción y desarrollar un sistema de calificación para edificios ecológicos, que posteriormente tendría el nombre LEED. En 2019 se redefine el certificado LEED, creado por US Green Building Council, este certificado busca medir la construcción ecológica, así como proporcionar una guía que desarrolle edificaciones sostenibles

con el fin de reducir el impacto ambiental. LEED for Home, como lo muestra la Figura 12., está dentro de la certificación LEED que promueve la construcción de vivienda ecológica y de alto rendimiento (*LEED for Homes* / *U.S. Green Building Council*, s. f.)

Figura 12

*Sistema de clasificación: Sencillo y ágil.*



Fuente: (*LEED for Homes* / *U.S. Green Building Council*, s. f.)

En Colombia desde el 2015 ha tenido avances significativos en la construcción sostenible, ciertamente, falta mucho en este campo. Desde el punto de vista normativo y en cuanto a certificaciones, hay instituciones que regulan los procesos de construcción, garantizando obras edificadas de alta calidad sostenible. En cuanto a normas se cuenta con el CONPES 3919 Política Nacional de Edificaciones Sostenible en Colombia y la Resolución N.º 0549 que es la Norma Nacional del Ministerio de Vivienda (UPB Sostenible, 2020). Las certificación CASA Colombia construcción sostenible descrita por Villegas & Zambrano, (2021):

- Sistema de certificación CASA Colombia: Otorgado por el CCCS (Consejo Colombiano de construcción), esta certificación tiene en cuenta el contexto colombiano en cuanto a proyectos de vivienda. Puntos a evaluar: Sostenibilidad en el entorno, sostenibilidad en la obra, eficiencia del agua, eficiencia en energía, eficiencia en materiales, bienestar y responsabilidad social(CCCS, s. f.-a).  
En vivienda, El proyecto “CASA Tenjo” Figura 13., es el primero en obtener este certificado. CASA Tenjo, fue elaborado con una alianza entre Dow, Azembla y Hábitat para la Humanidad, obteniendo la certificación CASA Colombia, logró un nivel de sostenibilidad bueno, cumpliendo con los criterios de ambientales exigido para dicha certificación (CCCS, 2018a)

Figura 13

*Casa Tenjo-Cundinamarca*

Fuente: Casa Colombia (CCCS, 2018a)

### Capítulo III. Vivienda de Interés Social

#### 3.1. Vivienda en Colombia

El arquitecto Saldarriaga Roa, (2017) de la Universidad Nacional, realiza un recorrido por los periodos históricos que marcaron el territorio colombiano. En el caso de la vivienda, se debe ubicar en los periodos históricos; el periodo prehispánico a inicios del siglo xvi, el periodo colonial, marcado por el momento histórico del encuentro de culturas, llegada de los conquistadores europeos, seguido del período Republicano y el período moderno, que se contempla hasta la época actual. Del periodo prehispánico, las evidencias más antiguas se encuentran en la región del Tequendama, junto a la Capital Bogotá. En este periodo de tiempo las comunidades indígenas se ubicaron en la costa caribe, la región central y en zonas montañosas. Las construcciones indígenas que permanecen hasta hoy son las de Tierradentro, San Agustín, pueblito y ciudad perdida. En el territorio colombiano no hubo desarrollo de construcciones en piedra, las viviendas encontradas estaban hechas en madera rolliza, guadúa, con techo de palma o paja, y en algunos casos cubiertas en barro.

Después, con la llegada de los conquistadores y su permanencia durante casi tres siglos impregnó en Colombia de sus técnicas constructivas, mezclándose con la ya existente. De esta marea se dio la mampostería en piedra, ladrillo y adobe, tejas de barro y estructuras en madera, Figura 14. En el periodo republicano, a las viviendas se les hizo algunas mejoras, especialmente en las condiciones habitacionales, de donde surgió un nuevo tipo de vivienda propio de siglo xix.

Figura 14

*Casas, ranchos y bohío en la Colonia. Reconstrucción hipotética.*



Fuente: Tomado de Casas en la Colonia (Paredes Cisneros, 2017)

En el período de la modernidad el territorio colombiano cambió completamente por medio de nuevas técnicas de construcción de vivienda, donde se utilizan materiales como el vidrio, el concreto y el acero. A través de los años, el territorio colombiano tuvo transformaciones en las técnicas constructivas. En las diferentes regiones del país, se puede aún contemplar las viviendas de épocas prehispánico, colonial, republicano y moderno. Tener una vivienda digna es un reto para el Estado y los habitantes del territorio. La cultura, tradición, creencias religiosas, condiciones ambientales particulares, materiales disponibles en la región marcan las pautas para la construcción de vivienda que se hace penosa por las condiciones económicas adquisitivas de los colombianos.

### 3.2. Vivienda de Interés Social en Colombia

La vivienda de interés social (VIS) en Colombia se define como “ aquella que reúne los elementos que aseguran su habitabilidad, estándares de calidad en diseño urbanístico, arquitectónico y de construcción cuyo valor máximo es de ciento treinta y cinco salarios mínimos legales mensuales vigentes (135 SMLM)”(MinVivienda, 2020), el valor máximo de VIS varía constantemente y es establecido por las normas que regulan este tipo de vivienda. Para el año 2021 135, SMLM (salario mínimo legal mensual) su equivalente monetario es de \$122,651,010.00 pesos colombianos.

Ampliando el concepto de VIS en Colombia, Mora et al., (2018) refiere a este tipo de vivienda, como un programa de política pública, liderado por el Ministerio de Vivienda, Entes Territoriales, sustentado con instrumentos internacionales, derechos fundamentales de la constitución, con miras a garantizar la adquisición de vivienda a la población con mayor vulnerabilidad económica. Para tener acceso a la VIS, se debe estar afiliado a entidades de ahorro nacional o Cajas de Compensación Familiar, así mismo, se debe certificar que la persona tan solo cuente con un ingreso menor a cuatro SMLMV (Mora et al., 2018). Adquirir una vivienda, no solo denota una posesión material, es un sistema integrado que va desde el bienestar familiar, equipamiento social-comunitario, servicios hasta los aspectos ambientales (Nishikimoto, 1994).

A pesar de los trámites administrativos que conlleva la VIS, es de vital importancia que la política pública tenga en cuenta los aspectos socioambientales en esta construcción. Puesto que la construcción de vivienda, bajo cualquier pronóstico, siempre tiende a crecer, hasta abril del 2021 hubo un incremento del 25,4% en relación al mismo periodo al año anterior(Camacol, 2021b)

### 3.3. Política Nacional de Construcción Sostenible

En la declaración de los derechos humanos, proclamado como ideal común para los pueblos, contempla en el artículo 25 el derecho a la vivienda, que le permite a la persona un nivel de vida adecuado (Nations United, 1948). En contraste con lo anterior, la preocupación por la vivienda en Estados Unidos de Norte América y Europa se dio hasta mediados del siglo XIX (Zimbrón & Toledo, 2011). En el caso de Colombia, la política en la construcción de vivienda por medio de crédito hipotecario se dio en 1932. Entre luces y sombras la construcción de vivienda digna en manos de la política e instituciones ha tenido algunos fracasos, aludido al sistema de financiación y la imposibilidad de asumir los pagos de interés por parte de los deudores. A pesar de esta situación, en 1990 se crean nuevas políticas enfocada a las familias con bajos ingresos, junto a las cajas de compensación familiar, a estos esfuerzos, se sumó la creación del Sistema Nacional de Vivienda e Interés Social, para cubrir la necesidad de adquirir vivienda digna por medio de subsidios.

CONPES 3919, (2018) y Ocampo-Rodríguez & Tarazona-Aponte, (2021), realizan una recopilación del marco normativo colombiano que aplica a la construcción de Vivienda de Interés Social Sostenible: adopción de agenda internacional, legislación colombiana y certificados de calidad para la construcción sostenible:

- NSR-10: Reglamento Colombiano de Construcción sismo resistente. Debido al sismo ocurrido en Popayán, en 1983 el Congreso de la República expide la Ley 11 de 1983, donde se dan las pautas para reconstruir la ciudad y las diferentes zonas afectadas por el sismo. A través de los años se le realizó diferentes

modificaciones. El Decreto 926 de 2010 se estipula para uso obligatorio en la normatividad sismo resistente, toda la normatividad fue compilada en NSR-10.

- Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico-RAS 2000: Este reglamento es de obligatorio cumplimiento en las obras, equipos y procedimientos operativos, donde se presten los servicios de aseo, alcantarillado, acueducto y sus actividades adicionales. De esta manera, se garantiza la calidad en los servicios domiciliarios en todos los niveles.
- Norma Técnica Colombiana NTC 1500. Código Colombiano de fontanería: Con esta norma se busca la garantía en el buen funcionamiento de los sistemas de desagüe de agua negras y lluvia, sistema de abastecimiento de agua potable, sistemas de ventilación, aparatos y equipos que permitan el uso de estos sistemas.
- Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas-RETIE: Este reglamento es de obligatorio cumplimiento en la VIS. Las condiciones técnicas de este reglamento dan seguridad en procesos de generación, transmisión, transformación, distribución y utilización de la energía eléctrica.
- Manual de Especificaciones Técnicas de Construcción: Este manual no es de obligatorio cumplimiento, sin embargo, contiene recomendaciones para desarrollar buenas prácticas en el diseño, construcción y administración de VIS (Alcaldía Municipal de Colombia,2011).
- Resolución 0501 del 2017: Reglamento Técnico de tuberías de Acueducto y Alcantarillado Aplicable a VIS. Este reglamento fortalece la prestación del servicio de acueducto y alcantarillado, teniendo en cuenta el componente de infraestructura.

- Decreto 1285 de 2015: Este decreto establece los lineamientos de construcción sostenible en las edificaciones, con miras a mejorar la calidad de vida de la población, ejerciendo la responsabilidad ambiental y social. De esta manera, el Ministerio de Vivienda, adopta por medio de resolución, lineamientos y parámetros técnicos para realizar en el Territorio Nacional la construcción sostenible.
- Resolución 0549 de 2015: Por medio de esta resolución se reglamenta los lineamientos y parámetros de construcción sostenible, igualmente, se acoge la Guía que contiene las disposiciones para el ahorro de agua y energía en las edificaciones.
- Acuerdo Metropolitano N.º 23 (noviembre 27 de 2015): Mediante este acuerdo se adopta la política pública de construcción sostenible en la jurisdicción perteneciente al Área Metropolitana del Valle de Aburrá. El acuerdo contiene guías técnicas ampliamente documentadas para adoptar la construcción sostenible.
- Norma Técnica Colombiana NTC 6112-2016: Etiqueta ambiental Tipo I. La norma establece los criterios ambientales en el diseño y construcción, para uso diferente a la vivienda.
- Certificación CASA Colombia-2016: Mencionado en el Capítulo 2.6 Construcción Sostenible
- Certificación LEED: Elaborado por el USGBC (U.S. Green Boulding Council), a nivel mundial es el más conocido, por su parte, evalúa todas las etapas constructivas: diseño, construcción, mantenimiento y operación de la obra.

Categorías de evaluación: Proceso integrativo de diseño, sitios sostenibles, uso eficiente del agua, energía y atmósfera, calidad ambiental interior, materiales y recursos, innovación y prioridad regional (CCCS, s. f.-b)

- Certificación EDGE, desarrollado por el IFC (International Finance Coporation), este sistema aplica en el ámbito internacional, valora la obra, en cuanto a su eficiencia en el uso de agua, energía embebida en los materiales y consumo de energía. Certifica el ahorro de energía, agua y energía presente en los materiales, ahorro del 40% de energía de emplazamiento y cero carbón (EDGE, 2021)
- Plan de Acción indicativo de Eficiencia Energética PAI PROURE 2017-2022: El Ministerio de Minas y Energías por medio de PAI; contiene propuesta para el ahorro energético. En él se destaca aumentar la meta de eficiencia energética, especialmente en el sector del transporte e industria. Propone evaluar la creación de un Gestor de Información Energético y promover agentes que apoyen esta labor para ejecutar proyectos de EE concretos. Igualmente, incluye algunos programas regionales donde se desea reducir el consumo del 10% de energía eléctrica, durante unos 10 años (Upme, 2016)
- Acuerdo de Paris-2017: Con la aprobación por parte de la Corte Constitucional a la Ley 1844 de 2017, se adopta de manera completa y fiel el Acuerdo de París, realizado en la convención de las Naciones Unidas en el año 2015. En él se planean acciones de adaptación y mitigación al cambio climático en el marco del desarrollo sostenible y las búsqueda por erradicar la situación de pobreza (Congreso de la República, 2017)

- Resolución 0472 de 2017: En esta resolución se dan las disposiciones sobre la gestión integral de los residuos generados en las actividades de Construcción y Demolición (RCD). Aplica en las etapas donde se genera, recolecta, transporta, almacena, aprovecha y se dispongan RCD, de las obras civiles y actividades semejantes (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017b)
- Resolución 1988 de 2017: La resolución adopta las metas ambientales sobre la eficiencia energética. Se proyecta al 2022 un ahorro de energía en el sector; transporte, industria, terciario y residencial (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017a)
- Resolución 585 de 2017: “Establece el procedimiento para conceptuar sobre los proyectos de eficiencia energética/gestión eficiente de la energía que se presenten para acceder al beneficio tributario de que trata el literal d) del artículo 1.3.1.14.7 del Decreto 1625 de 2016; con sus respectivas modificaciones” (Unidad de Planeación Minero Energética (UPME), 2017). Dentro de los proyectos susceptibles del beneficio se encuentra el sector terciario, en las acciones y medidas está la mejora en el diseño, la construcción y la adecuación arquitectónica de edificaciones (incluyendo mejoramiento en la transferencia por los techos, ventanas y muros). En el sector residencial, se busca el mejoramiento de la eficiencia de energía en edificaciones (Unidad de Planeación Minero Energética (UPME), 2017)

## Capítulo IV. Vivienda Convencional y Sostenible

El esfuerzo de las instituciones públicas, privadas y académicas para asumir la evolución de la vivienda convencional a una vivienda sostenible se ha materializado en las edificaciones que han dado excelentes resultados a esta nueva forma de concebir las técnicas constructivas. Desde otro punto de vista, es indispensable realizar un análisis de ciclo de vida a las estrategias en la construcción de vivienda sostenible, puesto que las medidas implementadas traen algunas desventajas que requieren ser respaldadas por la construcción convencional, un ejemplo de ello es el caso de la fabricación del carro eléctrico requiere aproximadamente de 90 kg de Cobre (Cu), se calcula que este valor es cuatro veces más que un carro convencional, por tanto, la demanda de este elemento crecerá, desplazando el consumo de un metal que no está disponible a nivel local, generando un mayor sobre costo en la implementación de un sistema sostenible en automóviles (Montoya, 2021). Se ha tomado este ejemplo, puesto que las investigaciones en este tema, no se encuentra fácilmente documentada para la construcción de viviendas.

### 4.1. Comparación de Sostenibilidad Constructiva en Vivienda

Se han realizado incontables estudios de sostenibilidad a la construcción de edificaciones, destacando importantes datos, que permiten un análisis en términos cualitativos y cuantitativos en el momento de elegir un estilo de construcción. La vivienda sostenible ha demostrado una mejora ambiental significativa reduciendo el impacto del cambio climático, restaura y protege la biodiversidad y ecosistemas, en el funcionamiento de la vivienda mejora la salud, calidad y bajo costo en consumo energético (Green Building Council of Australia, s. f.). La Tabla 4., presenta datos de tres estudios sobre la sostenibilidad en la construcción de vivienda; en primer lugar, la

Guía Técnica para el diseño de edificaciones sostenibles en el Valle de Aburrá-Antioquía Colombia (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2019). En segundo lugar, un estudio que analiza los costos y beneficios de la construcción de vivienda sostenible y vivienda convencional en Paipa-Boyacá (Rincón Abril & Medina Becerra, 2020). Por último, un estudio realizado por el Departamento Nacional de Planeación con el apoyo de Tecnalia-Colombia, sobre la intensidad de utilización de materiales y economía circular en Colombia para la Misión de Crecimiento Verde (TECNALIA, 2017)

Tabla 4

*Comparación de Sostenibilidad en Viviendas*

Criterio	Vivienda Sostenible	Vivienda Convencional
Emisiones de CO <sub>2</sub>	11,4 kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año <sup>b</sup>	15,0 kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año <sup>b</sup>
	En fase de operación	En fase de operación
	1758,79 kg CO <sub>2</sub> eq <sup>b</sup>	6236,45 kg CO <sub>2</sub> eq <sup>b</sup>
Gases Efecto Invernadero	Calentamiento global total (Placas de yeso y acero)	Calentamiento global total (Cemento y acero)
	--	30% CO <sub>2</sub> <sup>c</sup>
Energía	-	44,0 kWh/m <sup>2</sup> <sup>a</sup>
	1402,37 MJ <sup>b</sup>	2613,63 MJ <sup>b</sup>

---

	76,9 kWh/m <sup>2</sup> año <sup>b</sup>	100,9 kWh/m <sup>2</sup> año <sup>b</sup>
		40% consumo <sup>c</sup>
Agua	-15% <sup>a</sup>	113,9 litros/persona/día o litros/m <sup>2</sup> <sub>a</sub>
	-	2,4 ton /m <sup>2</sup> <sup>a</sup>
		19 M ton/año <sup>c</sup> Materia Prima
Materiales		333.908 ton/año Materiales Alternativos <sup>c</sup>
	-	60% Materiales de la Tierra <sup>c</sup>
		1 ton CO <sub>2</sub> eq/ton cemento <sup>a</sup>
Concreto		0,920 kg CO <sub>2</sub> eq/ kg <sup>b</sup>
Cemento	-	5171,88 kg <sup>b</sup>
Acero	801,6 kg <sup>b</sup>	821,29 kg <sup>b</sup>
Placas de Yeso	4357,43 <sup>b</sup>	-
Residuos de Construcción y Demolición	-	+17M ton/año Cemento y concreto <sub>c</sub>
RCDS		+1 M ton/año Acero <sup>c</sup>

---

---

 22 M ton/año <sup>c</sup>

Viabilidad	-0.4% -+12% <sup>d</sup>
Sobrecosto	24,7% <sup>b</sup>

---

 Nota. Datos y estudios realizados a nivel mundial, en Colombia y Municipal.

- a. (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2019)
- b. (Rincón Abril & Medina Becerra, 2020)
- c. (TECNALIA, 2017)
- d. (World Green Building Council, 2013)

En base la revisión bibliográfica detallada que se llevó acabo de los estudios más recientes de una construcción sostenible y una construcción convencional (Tabla 4) se observa que una construcción sostenible genera un sobrecosto al momento de usar materiales constructivos amigables con el ambiente, sin embargo, hoy en día se apuesta al cambio climático, a estrategias que brinden soluciones a este mismo y no impacten de manera negativa al ambiente. Por otra parte se analiza que en una construcción Convencional los gases de efecto invernadero y emisiones de dióxido de carbono superan a una VIS sostenible en un 30%, y en el consumo de energía y agua en un 53% pero su realización y construcción resulta más económica que una VIS sostenible.

#### **4.2. Ventajas y Desventajas de la Construcción Sostenible**

Las instituciones académicas adelantan estudios que permitan destacar las ventajas y desventajas de la construcción de vivienda con criterios de sostenibilidad, como muestra la Tabla 3., y ampliamente descrito en este documento. Las experiencias internacionales enriquecen el

conocimiento para ser adaptado a nivel local, el Estado incentiva la construcción sostenible por medio de la deducción de impuesto y exención de IVA (CCCS, 2018c).

Tabla 5

*Construcción Sostenible*

Entidad	Ventaja	Desventaja
	Mayor valorización	
	Retornos de Inversión	
	Compromiso Social y ambiental	
Beneficios de la	Mejor Calidad de vida	
Construcción Sostenible	Mejor salud y confort	
(Bancolombia, 2020)	Menor costo operativo	
	Mayor productividad	
	Menor riesgo asociado al cambio climático	
Construcción sostenible: de		Percepción de costos
la teoría a la práctica	Incentivos tributarios	muy altos
(Magic Markers, 2021)	Técnicas más eficientes	Se desconocen los proyectos sostenibles

---

	Menor gasto económico en etapa	
Proyecto de Grado	de operación	
(Bohigues Vallet, 2011)	Disminución del 60% en	
	emisiones de CO <sub>2</sub>	
	Reduce consumo de energía	
	eléctrica y agua mínimo en un	
Características de	20%	
construcción Bioclimática	Mejora clima y ubicación	
(BBVA, s. f.)	Captación y protección solar	
	Aislamiento térmico	
	Ventilación cruzada	
Transición energética		Desplazamiento
Caso de utilización de		ascendente por otros
Cobre en automóviles		materiales no
eléctricos.		disponibles a nivel
(Montoya, 2021)		local

---

Nota. Estudios académicos, Instituciones públicas y privadas realizan esfuerzos para incentivar en el mercado la construcción sostenible resaltando sus beneficios.

Teniendo en cuentas las ventajas y las desventajas que presenta una construcción sostenible; se debe observar que se pueden aprovechar ventajas al momento de implementar una vivienda

sostenible desde disminución de emisiones de  $\text{CO}_2$  y una reducción en los gastos de económico en la etapa de operación.

## **Capítulo V. Modelo VIS Sostenible en el Municipio de Morales**

De conformidad con el análisis de los criterios de sostenibilidad en un proyecto de construcción, se plantea el modelo de VIS-Sostenible el Municipio de Morales-Bolívar. Garantizando el cumplimiento de la norma NSR-10 y demás aplicables, previamente mencionadas en el Capítulo 3.3 Política Nacional de Construcción Sostenible.

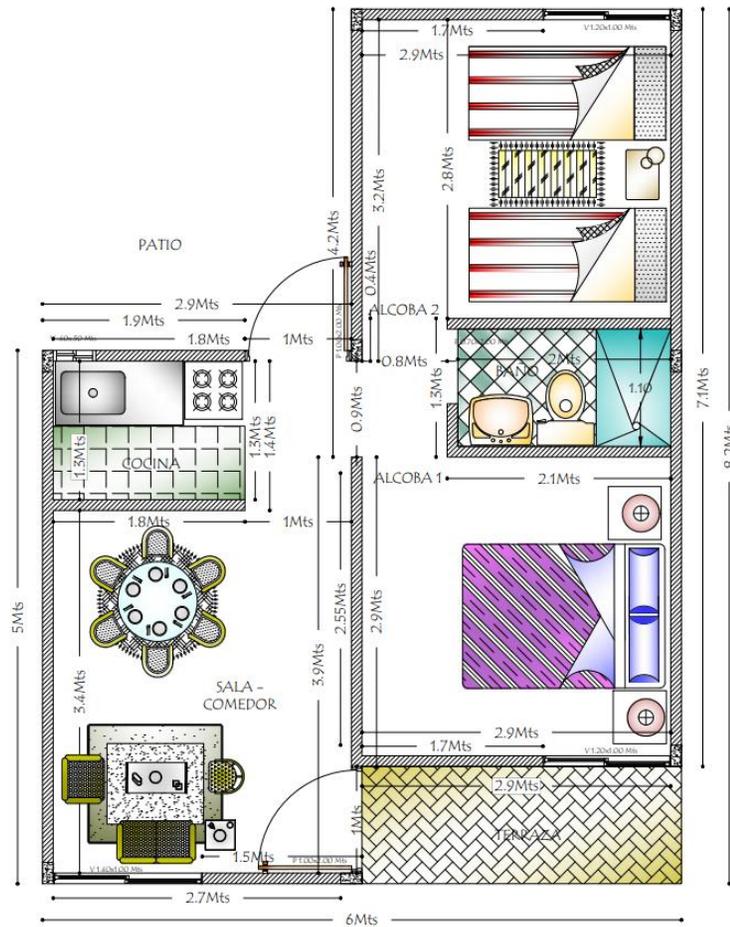
El proceso constructivo se realizó con base en las Especificaciones Técnicas para Construcción de Viviendas de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Universidad Francisco José de Caldas, s. f.-b) , en el Manual del Maestro Constructor de Aceros Arequipa, empresa siderúrgica Peruana (Aceros Arequipa, s. f.)

### **5.1. Construcción Modelo de VIS-Sostenible en el Municipio de Morales**

El diseño de la VIS utilizado es el convencional, la cual, se le realizó algunas modificaciones que permiten la construcción de VIS-Sostenible en el Municipio.

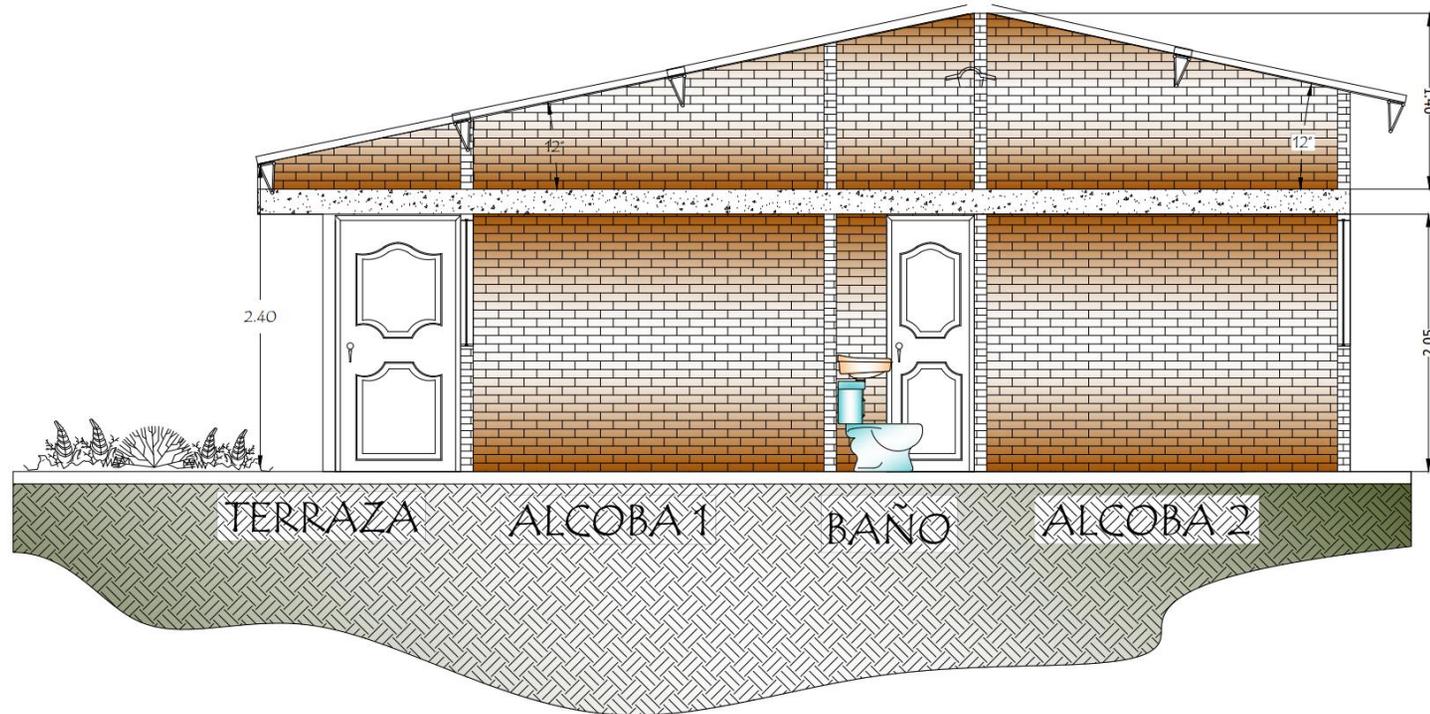
Figura 15

*Plano arquitectónico Modelo*



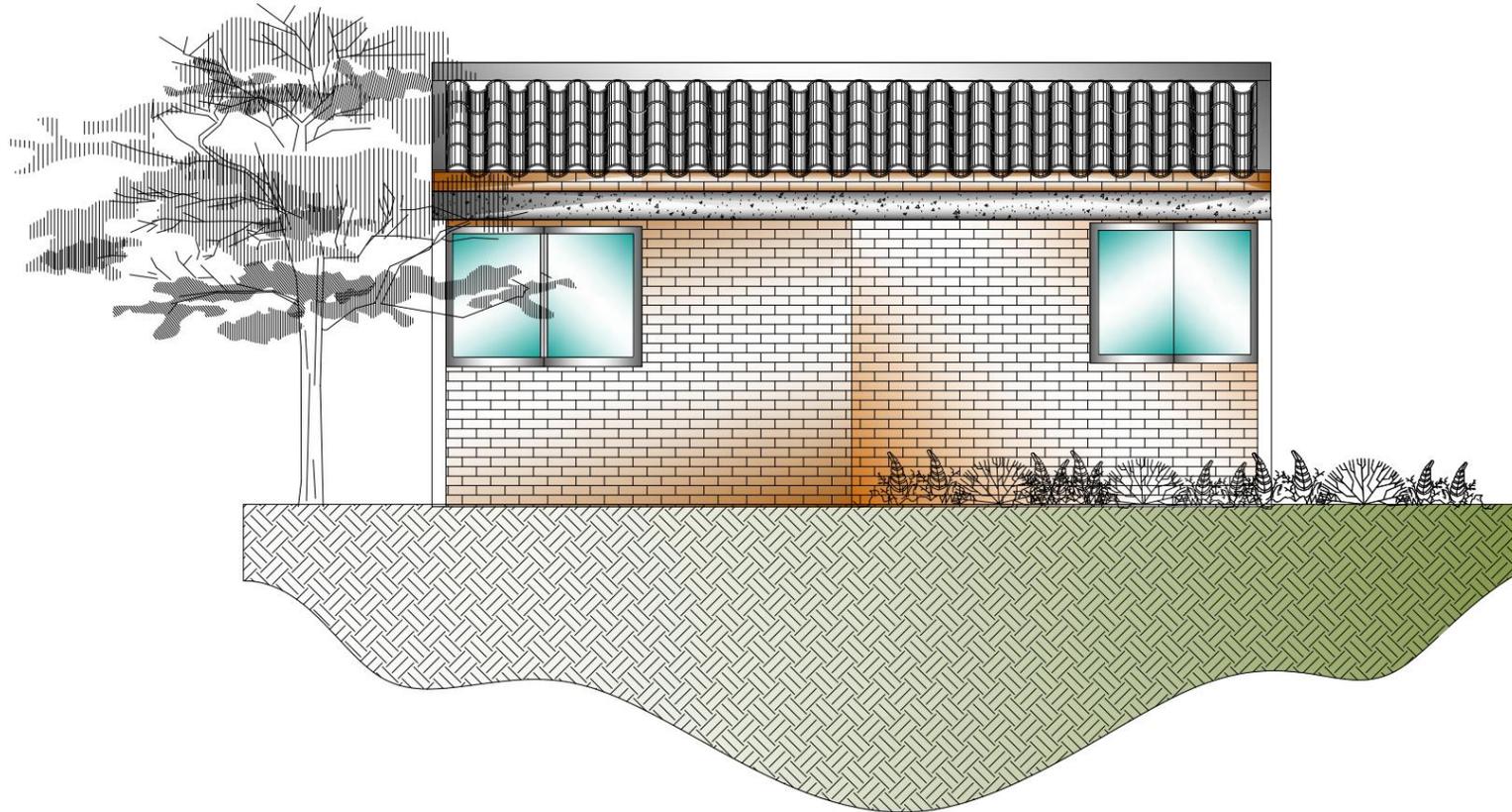
*Fuente: Municipio de Morales-Bolívar*

Figura 16

*Plano arquitectónico*

Fuente: Municipio de Morales-Bolívar

Figura 17

*Plano arquitectónico*

Fuente: Municipio de Morales-Bolívar

### 5.1.1. Preliminares

- Descapote y limpieza

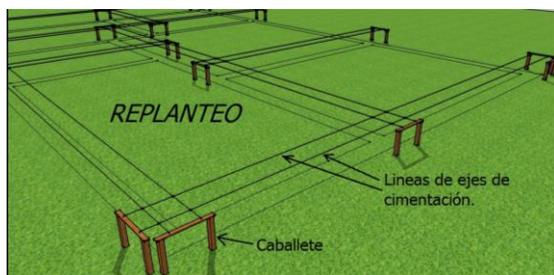
El propósito de esta actividad es eliminar la vegetación del terreno. También se determina el nivel que será la referencia, utilizando como guía el andén o sardinel.

- Localización y replanteo

Se marca y ubica en el terreno los ejes principales, perpendiculares, paralelos que han sido señalados en el plano, también se marca el lindero. Esta actividad incluye el replanteo y localización de redes eléctricas y sanitarias.

Figura 18

#### *Replanteo*



Fuente: (Universidad Francisco José de Caldas, s. f.-a)

### 5.1.2. Cimentación de la Obra

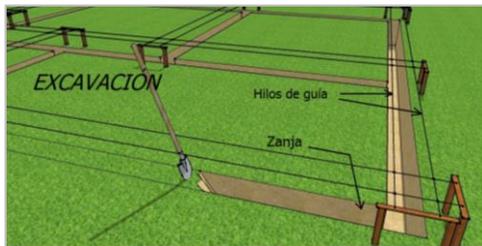
- Excavación Manual

Se realiza excavación manual de 0.25 x 0,3 m, con ello se conforman los espacios para la cimentación, hormigones, mampostería, sistemas sanitarios y sistemas hidráulicos de acuerdo a planos de la VIS. El nivel de base debe estar por encima de la red pública de desagüe, vías y

veredas. Las zanjas deben quedar niveladas y limpias, el fondo de esta es el que soporta el peso de la vivienda, por ello, debe quedar compacto y plano.

Figura 19

*Excavación manual de la obra*



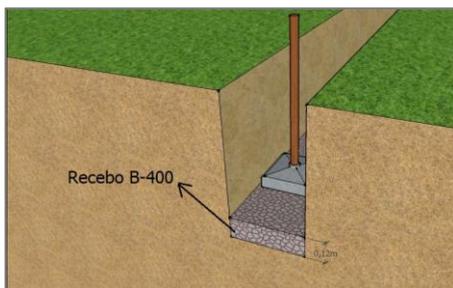
Fuente: (Universidad Distrital, s. f.)

- Recebo B-400 e=12 cm

En este proceso se realiza el suministro, transporte, colocación y compactación de recebo de 12 cm, se extiende sobre el terreno acondicionado en la excavación.

Figura 20

*Recebo Compactado*



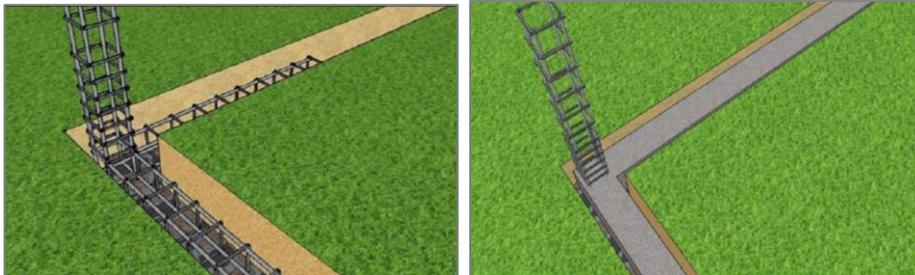
Fuente: (Universidad Distrital, s. f.)

- Construcción de Vigas y Columnas

Se elaboran las vigas y columnas que estarán enlazadas y a nivel de la cimentación, con el concreto 3000 psi para viga de cimiento de 0.25 X 0,3 m. Para ello se toman las dimensiones y características para armar la viga. Se arma la canasta colocando las cuatro varillas en extremos diferentes, armando un cuadro indicado en el plano, luego, se coloca los flejes amarrados a las varillas con alambre.

Figura 21

*Canasta de Refuerzo y Cimentación*

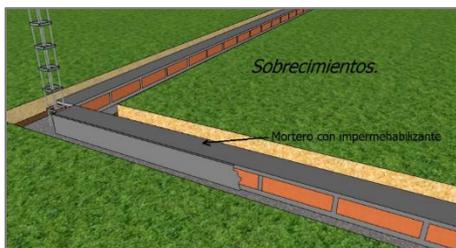


Fuente: (Universidad Distrital, s. f.)

- Sobrecimientos

En este punto, se colocan las hiladas de bloque de tierra comprimida (BTC) 4/4 normal 29,5 x 14 x 9,5 cm h= 0,40 m, entre la viga de cimentación y el nivel del piso. Sobre éstos se soporta el peso de la estructura y las sobrecargas. De este modo, se preserva la erosión que produce los agentes externos, evitando la entrada de humedad a muros y pisos de la vivienda.

Figura 22

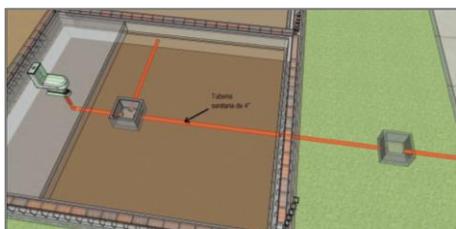
*Sobrecimiento en BTC*

Fuente: (Universidad Distrital, s. f.)

*5.1.3. Construcción de Instalaciones Hidrosanitarias*

Se instala la tubería PVC sanitaria de diámetros 4" y 2", para la salida de aguas negras de la vivienda, incluyendo accesorios, zanjas y relleno de acuerdo con los planos y disposiciones de la VIS-Sostenible.

Figura 23

*Instalación Sanitaria*

Fuente: (Universidad Distrital, s. f.)

*5.1.4. Construcción de Muros*

En la construcción del muro se deben realizar los siguientes pasos: emplantillado, colocación de ladrillos maestros, colocación de mortero horizontal, colocación de ladrillos,

colocación de mortero vertical, finalmente realizar control y verificación mediante el uso de la plomada o nivel de mano en distintos puntos del muro.

Figura 24

*Construcción de Muros*



Fuente: Emily Vásquez, s.f. Colocación de ladrillos BTC

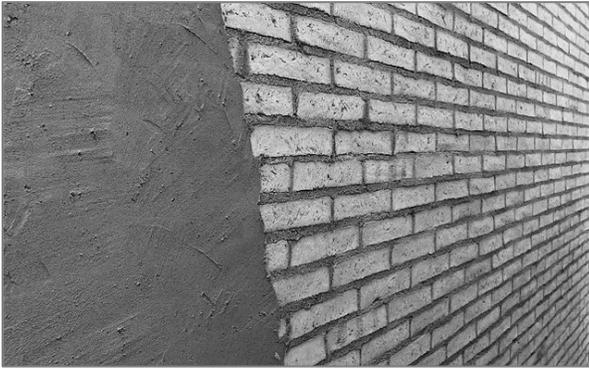
*5.1.5. Construcción de Instalaciones Eléctricas de pisos y muros*

Los puntos energéticos, las tomas eléctricas los elementos a instalar deben estar acorde a la norma RETIE y al plano arquitectónico, así como, las especificaciones particulares que han sido definidas por la interventoría.

*5.1.6. Construcción de Pañete*

Para dar resistencia y estabilidad al muro se aplica sobre una o varias capas de mezcla (cemento y arena lavada fina), pañete impermeabilizado 1:4, sobre las superficies de mampostería. Con ello, se empareja la superficie que posteriormente se le realizan distintos acabados como pintura, forros, entre otros.

Figura 25

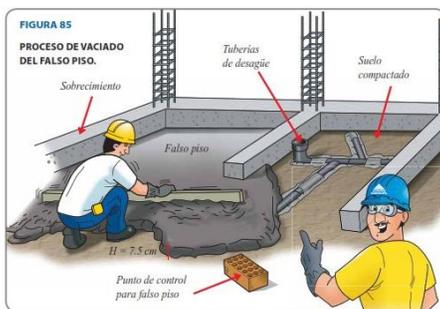
*Pañete de Muro*

*Fuente: Pañete de BTC. Saberes patiamarillo Barichara (2020)*

5.1.7. *Alistamiento de pisos y acabado*

En este proceso se debe tener sumo cuidado con los sistemas sanitarios y eléctricos. Se aplica concreto 3000 psi, realizando una plantilla con un espesor de 0,07 metros, que permite nivelar y preparar el piso para su revestimiento en cerámica.

Figura 26

*Alistamiento de pisos*

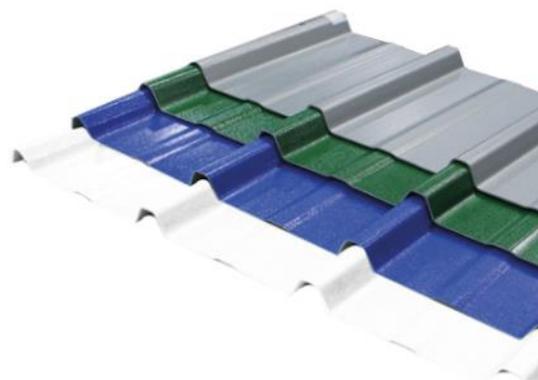
*Fuente: (Falso piso / Aceros Arequipa, s. f.)*

### 5.1.8. Construcción de cubierta

En este punto, previamente se ha construido una estructura para instalar la teja ecoroff asa residencial 36 upvc. Se procede a instalar las tejas, asegurarla con los alambres de amarre. En la colocación se debe tener en cuenta el funcionamiento del desagüe del techo. Poner a prueba esta labor, arrojando agua sobre el tejado, verificando que no se encuentren filtraciones y el agua fluya correctamente al canal amazona.

Figura 27

Cubierta Ecoroof asa residencial



Fuente: Arkos. Teja Ecoroof UPVC .(2022)

### 5.1.9. Instalación de Puertas y Ventanas-Carpintería Metálica

La ventana es ubicada en los vanos de las ventanas con dimensiones amplias que permitan el paso de luz y viento al interior de la vivienda. Rectificar niveles para asegurar la verticalidad de la ventana. Posteriormente se aplica la pintura y colocación de vidrios. La puerta se instala verificando que los filos del vano estén limpios, se rectifican los niveles y plomos para que el marco quede debidamente colocado de forma vertical. Posteriormente se aplica la pintura.

#### 5.1.10. Acabados

- Se construye el mesón en concreto con refuerzo en el lugar indicado que corresponde a la cocina.
- Instalación de aparatos sanitarios: Las instalaciones se realizan de acuerdo a los planos hidráulicos y el diseño arquitectónico. En este punto se incluyen los accesorios, tuberías de conexión y desagüe. Así mismo, la instalación del lavadero en fibra de vidrio.

#### 5.1.11. Sistema de aprovechamiento de recolección de agua lluvia

Se instala el canal amazona que recoge el agua lluvia, la cual es conducida al tanque de 1000 litros. Las aguas lluvias son utilizadas para el servicio sanitario, igualmente puede emplearse en el jardín o lavado de cicla, moto, carro, entre otros.

Figura 28

Sistema de recolección de agua lluvia



Fuente: Rotoplas. Sistema de captación de aguas. (2018)

### 5.1.12. Modelo VIS-Sostenible

Se toma como referencia la prueba piloto de construcción de VIS-Sostenible en Tenjo Cundinamarca. Esta construcción es la primera que recibe la certificación Casa Colombia otorgada por el Consejo Colombiano de Construcción Sostenible (CCCS, 2018b)

Figura 29

#### *Modelo de Vivienda Sostenible*



Fuente: (CCCS, 2018a)

## Capítulo VI. Análisis Financiero

El mercado inmobiliario con principios de sostenibilidad presenta algunas dificultades para su desarrollo, una de ellas, es la percepción de que estos proyectos generan más costos en relación a un proyecto convencional (PNUMA, 2013). En vista de que, el cambio de construcción convencional a construcción sostenible ha tenido estas barreras, se han adelantado estudios para demostrar la realidad que permita la toma de decisiones frente a estos proyectos. Un reciente estudio de investigación sobre el costo en el diseño y construcción de edificaciones muestra que el sobre costo de la construcción sostenible se encuentra entre -0,42% al 12,5%, razón por la cual, se puede afirmar que la construcción de una edificación sostenible puede ser incluso más económica que una construcción convencional. No obstante, este mismo estudio muestra que la percepción en la construcción sostenible tiene un sobre costo entre +9,0% a 29% (World Green Building Council, 2013). En consecuencia, es necesario continuar profundizando en las investigaciones que aporten criterios claros frente a la toma de decisiones en la construcción sostenible.

Se considera ahora, un caso de diseño de vivienda de interés social sostenible, donde presenta un sobre costo del 30% en relación a la vivienda convencional, aunque esta inversión se recupera en menos de 18 años, gracias a los sistemas de ahorro integrados en la vivienda (Orjuela Gómez, 2020). En el estudio “Análisis de la construcción sostenible frente a la construcción convencional desde el punto de vista de costos y beneficios: caso refugio Toibita, Paipa -Boyacá” se determinó que los refugios-vivienda sostenibles tiene un sobre costo del 24,7% que la edificación convencional. Ahora bien, los beneficios se verán reflejados a mediano y largo plazo, como resultado de los costos de operación en la vivienda, calidad de materiales y beneficios tributarios; en los casos que aplique.

### **6.1. Análisis Financiero de una VIS Convencional**

Para llevar a cabo el presupuesto del proyecto se tomó como referencia la construcción de las viviendas de interés social ya realizadas en el municipio de Morales Bolívar “proyecto denominado “Urbanización los Ángeles (2015)”. En el cual se utilizaron diferentes tipos de materiales de construcción como lo fueron: bloques estructurales, tejas onduladas de fibrocemento, caballetes de fibrocemento, entre otros. Teniendo claro el suministro que presentaban cada una de las viviendas, se realizó la Tabla 6., donde se describe y clasifica cada uno de los materiales con sus respectivas cantidades de acuerdo lo estipulado en una vivienda de interés social, así mismo se realizaron cotizaciones y se elaboraron análisis de precios unitarios, para determinar los costos directo del proyecto.

Con el fin de evaluar el costo indirecto del proyecto se elaboró una plantilla en el cual se tuvo en cuenta los gastos administrativos, imprevistos y la utilidad del proyecto. En donde los gastos administrativos se componen de los factores prestacionales y los costos de licencias, diseños y permisos adicionales. Los imprevistos de un porcentaje que se establece a partir de la teoría de administración sistémica por la ocurrencia de un evento en el momento de ejecución o implementación de la obra.

### **6.2. Análisis Financiero de una VIS Sostenible**

Teniendo en cuenta lo anterior y teniendo como ejemplo las VIS Convencional construidas en el municipio de Morales Bolívar para el año 2015, se hizo un proceso de acondicionamiento y remodelación para llevar a cabo el análisis presupuestal de una VIS Sostenible, implementando materiales eco amigables, medios y tecnologías sostenibles de

acuerdo a los suministros más asequibles en la región con el ánimo de optimizar la eficiencia en el consumo de los recursos. Por tanto, el análisis de costo y presupuesto de una VISS se realizó de acuerdo a una revisión bibliográfica de manera detallada, para determinar los suministros o materiales que mejor se adapten a las condiciones climáticas y económicas del municipio de estudio: Morales Bolívar.

Por tanto, teniendo en cuenta la información acopiada en las referencias suministradas, y sin salirse del parámetro de una construcción VIS Convencional, Se hizo un estudio detallado de los materiales más utilizado en la región, que fueran asequibles mediante la implementación de una construcción sostenible propiciando estrategias de bajo consumo de energía y de los materiales durante la ejecución de la vivienda y de la vida útil de este. En este orden de ideas el material más asequible dentro del municipio de morales Bolívar y magdalena medio son los ladrillos BTC (Bloque de tierra Compacta). Estos bloques se caracterizan por ser un material económico, duradero, resistente, ligero y térmico y uno de los más usados en el territorio colombiano (Barrera & Buitrago, 2014).

Son ladrillos ecos amigables, natural y locales. Materiales de fácil acceso ya que dentro del municipio se cuenta con lo principal que es la materia prima “tierra” sobre todo, porque para la construcción de estos se requiere un suelo con un porcentaje de arcilla del 5 al 35%, limo 0 al 20% y arena 40 a 80%( Barrera & Buitrago, 2014).Y según lo establecido en el EOT del año 2002, el municipio de Morales Bolívar presenta un tipo de suelo limo arcilloso y limo arenoso, especial para estos tipos de eco materiales.

Previamente a lo anterior los materiales de construcción escogidos para la implementación de viviendas sostenibles en el municipio de Morales Bolívar son los siguientes:

- **Ladrillos BTC:** Es el producto resultante de la mezcla de tierra, agua y como estabilizante el cemento en proporciones adecuadas, que se somete a compresión en una máquina con el fin de obtener altas densidades, y que luego es sometido a un proceso de curado para que se produzca su endurecimiento efectivo (Barrera & Buitrago, 2014). Es el tipo de material que ayuda a reducir las condiciones térmicas dentro de la vivienda que como es de saber estos municipios al estar cerca del río Magdalena manejan una humedad relativa muy alta generando mayor sensibilidad al calor provenientes de los fuertes rayos solares, también brindan una disminución acústica favoreciendo el confort de las personas que lo habitan (TIERRA TEC,2020).
- **Tierra Tec:** Con este material se reduce el consumo de arena evitando así, grandes explotaciones y contaminaciones a cuerpos de aguas superficiales. Y se utiliza como morteros de pega para ladrillos BTC. (TIERRA TEC,2020).
- **Viga Doble I-Joist OSB:** con este material se desea poder aprovechar las ventajas que esta viga nos puede brindar al momento de construir una vivienda ya que nos brinda una alta rigidez y resistencia que favorecerá a la generación de deformación por las contracciones generada y al ser liviana nos brinda una fácil instalación y al ser OSB ayudaremos al cuidado y a la protección del medio disminuyendo la tala de árboles ya que son elaboradas por viruta de la madera recicladas (TIERRA TEC,2020).
- **TEJA ECOROOF ASA RESIDENCIAL:** estas tejas gracias a la composición que ofrece de UPVC (cloruro de polivinilo – no plastificado, mejor conocido como PVC rígido, brinda una durabilidad resistente a los rayos UV) y PVC espumado nos

ofrece alta resistencia QUIMICA, aislamiento acústico, y térmico ofreciendo disminución al calor producida por las extremas condiciones climáticas que se han venido presentando y garantiza una larga vida útil (TIERRA TEC,2020).

• **MORTERO 1:3 CON TIERRA TEC:** este mortero gracias a su elaboración genera una disminución en los materiales que se utilizan como lo es el cemento gris, el agua y la arena a que se mide por porcentaje según lo utilizado de la tierra tec (TIERRA TEC,2020).

De la misma manera que el presupuesto de las VIS Sostenible se realizó la Tabla 7., donde se describió las actividades y los materiales para llevar a cabo el proyecto. También se hicieron cotizaciones y se determinaron análisis de precios unitarios, algunas actividades y materiales o suministros del presupuesto VIS Convencional se conservaron, ya que estas no se iban a modificar. La elaboración del costo indirecto se mantiene teniendo en cuenta que los tramites administrativo y de personal independiente del tipo de construcción son las mismas. Con el porcentaje de los imprevistos se evaluaron las mismas situaciones del presupuesto convencional, pero, algunas tendencias de respuesta fueron modificadas por la posible ocurrencia de un evento. En la tabla 7., se evidencia el análisis de costo y presupuesto que presenta una vivienda de interés social sostenible.

Finalmente, se encuentra la Tabla 8., donde se realiza una comparación de la VIS-Convencional y VIS-Sostenible, que presenta un sobre costo de 28,9%. Estudios previos en VIS-Sostenible muestran similares resultados, de un sobre costo en la inversión inicial que se recuperan en la fase de operación de la vivienda.

Tabla 6

*Presupuesto general construcción de VIS*

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
1	Preliminares				\$ 960.102,00
1.1	Descapote y limpieza	m <sup>2</sup>	39,60	\$ 900,00	\$ 35.640,00
1.2	Localización y replanteo con equipo	m <sup>2</sup>	39,60	\$ 2.527,00	\$ 100.069,20
1.3	Relleno compactado con equipo	m <sup>3</sup>	19,80	\$ 41.636,00	\$ 824.392,80
2	Cimientos y sobrecimientos				\$ 3.879.887,26
2.1	Excavación manual de 0.25x0,3m terreno común	m <sup>3</sup>	2,74	\$ 27.441,00	\$ 75.202,06
2.2	Concreto 3000 psi para viga de cimiento de 0.25x0,3 m	ml	36,90	\$ 53.415,00	\$ 1.971.013,50
2.3	Sobrecimiento en bloque de arena cemento de 39x19x15 cm h= 0,40 m	ml	36,90	\$ 49.693,00	\$ 1.833.671,70
3	Mampostería				\$ 4.259.630,71
3.1	Levante en bloque arena cemento de 39x19x10 cm	m <sup>2</sup>	64,65	\$ 45.608,00	\$ 2.948.329,16

---

3.2	Levante de cuchilla en bloque arena cemento de 39x19x10 cm.	m <sup>2</sup>	24,66	\$ 53.176,00	\$ 1.311.301,55
4	Estructuras				\$ 6.426.85,98
4.1	Mesón en concreto de 3000 psi 0.6 x 0.08 incluye refuerzo	ml	1,24	\$ 98.707,00	\$ 122.396,68
4.2	Viga de amarre superior en concreto de 3000 psi de 10x20 cm	ml	40,90	\$ 35.196,00	\$ 1.439.516,40
4.3	Viga cinta en concreto de 3000 psi de 10x10 cm	ml	43,20	\$ 32.126,00	\$ 1.387.843,20
4.4	Concreto de 3.000 psi para columnetas de 10x20 cm	ml	28,24	\$ 33.599,00	\$ 948.835,76
4.5	Acero de refuerzo incluye figurado	kg	380,93	\$ 6.637,00	\$ 2.528.262,94
5	Cubierta				\$ 5.443.958,05
5.1	Cubierta en lámina de ondulada fibro – cemento	m <sup>2</sup>	46,25	\$ 74.924,00	\$ 3.465.085,15
5.2	Correa metálica en (1 de 3/8" + 2 de 3/8")	ml	39,30	\$ 50.353,00	\$ 1.978.872,90
6	Instalaciones sanitarias				\$ 1.091.347,20
6.1	Punto sanitario de 4" en PVC	un	1,00	\$ 58.461,00	\$ 58.461,00

---

---

6.2	Punto sanitario de 2" en PVC	un	5,00	\$ 61.277,00	\$ 306.385,00
6.3	Tubería sanitaria de 4" PVC	ml	5,00	\$ 41.050,00	\$ 205.250,00
6.4	Tubería sanitaria de 2" PVC	ml	5,80	\$ 19.789,00	\$ 114.776,20
6.5	Acometida sanitaria	un	1,00	\$ 110.743,00	\$ 110.743,00
6.6	Registro sanitario mampostería de 60x50 incl. Tapa	un	1,00	\$ 295.732,00	\$ 295.732,00
7	Instalaciones hidráulicas				\$ 327.422,00
7.1	Punto hidráulico de 1/2" PVC	un	4,00	\$ 45.985,00	\$ 183.940,00
7.2	Acometida hidráulica de 1/2" PVC	un	1,00	\$ 21.514,00	\$ 21.514,00
7.3	Tubería hidráulica de 1/2" PVC	ml	9,00	\$ 13.552,00	\$ 121.968,00
8	Plantilla para pisos				\$ 1.811.970,60
8.1	Plantilla allanada para pisos e:0,07 m incluye ref., concreto 3000 psi	m <sup>2</sup>	37,48	\$ 48.345,00	\$ 1.811.970,60
9	Instalaciones eléctricas				\$ 1.155.764,00
9.1	Punto eléctrico de iluminación	un	7,00	\$ 77.967,00	\$ 545.769,00

---

---

9.3	Salida de toma conduit	un	6,00	\$ 69.294,00	\$ 415.764,00
9.4	Tablero eléctrico dos circuitos	un	1,00	\$ 94.598,00	\$ 94.598,00
9.5	Acometida eléctrica	un	1,00	\$ 99.633,00	\$ 99.633,00
10	Aparatos sanitarios y de cocina				\$ 818.317,00
10.1	Combo sanitario incluye (lavamanos, sanitario pedestal)	un	1,00	\$ 464.942,00	\$ 464.942,00
10.2	Ducha sencilla	un	1,00	\$ 51.256,00	\$ 51.256,00
10.3	Rejilla de piso	un	2,00	\$ 16.317,00	\$ 32.634,00
10.4	Lavadero fibra de vidrio 75x60	un	1,00	\$ 150.697,00	\$ 150.697,00
10.5	Suministro e instalación lavaplatos 40x60 (incluye grifería)	un	1,00	\$ 118.788,00	\$ 118.788,00
11	Carpintería metálica				\$ 1.418.294,96
11.1	Ventana metálica de 1.20 x 1.00 m (incl. anticorrosivo, pintura y vidrio 4mm)	m <sup>2</sup>	1,20	\$ 213.444,00	\$ 256.132,80
11.2	Puerta metálica lamina cold roll cal. 20 de 1.00x2.00 m	un	2,00	\$ 406.057,00	\$ 812.114,00

---

11.3	Ventana metálica de 1.40 x 1.00 m (incl. anticorrosivo, pintura y vidrio 4mm)	m <sup>2</sup>	1,40	\$ 213.444,00	\$ 298.821,60
11.4	Ventana metálica de 0.40 x 0,60 m (incl. anticorrosivo, pintura y vidrio 4mm)	m <sup>2</sup>	0,24	\$ 213.444,00	\$ 51.226,56
12	Pañetes				\$ 4.069.417,31
12.1	Pañete impermeabilizado 1:4	m <sup>2</sup>	129,29	\$ 28.259,00	\$ 3.653.606,11
12.2	Enchape cerámica 20 x 20 cm	m <sup>2</sup>	13,30	\$ 31.264,00	\$ 415.811,20
				Valor costo directo	\$ 31.662.966,07
				Administrativo	\$ 0,23
				Imprevistos	\$ 0,02
				Utilidad	\$ 0,05
				Valor costos indirectos	\$ 9.498.889,82
				Valor costo de obra	\$ 41.161.855,89
				Valor costo total del proyecto	\$ 41.161.855,89

Nota. El presupuesto se toma de la construcción en VIS-Convencional “Urbanización los Ángeles” del Municipio de Morales-Bolívar. El valor del transporte se incluye en el valor unitario de cada ítem por medio de la técnica de estimación en proyectos de construcción APU.

Tabla 7

*Presupuesto general construcción de VIS Sostenible*

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
1	Preliminares				\$ 960.102,00
1.1	Descapote y limpieza	m <sup>2</sup>	39,60	\$ 900,00	\$ 35.640,00
1.2	Localización y replanteo con equipo	m <sup>2</sup>	39,60	\$ 2.527,00	\$ 100.069,20
1.3	Relleno compactado con equipo	m <sup>3</sup>	19,80	\$ 41.636,00	\$ 824.392,80
2	Cimientos y sobrecimientos				\$ 6.509.086,06
2.1	Excavación manual de 0.25 x 0,3 mts terreno común	m <sup>3</sup>	2,74	\$ 27.441,00	\$ 75.202,06
2.2	Concreto 3000 psi para viga de cimiento de 0.25x0,3 m	ml	36,90	\$ 53.415,00	\$ 1.971.013,50
2.3	Sobrecimiento en bloque btc 4/4 normal 29,5 x 14 x 9,5 cm h= 0,40 m	ml	36,90	\$ 120.945,00	\$ 4.462.870,50
3	Mampostería				\$ 10.878.284,40

3.1	Levante en bloque btc 4/4 normal 29,5 x 14 x 9,5 cm	m <sup>2</sup>	64,65	\$ 120.686,00	\$ 7.801.746,47
3.2	Levante de cuchilla en bloque btc 4/4 normal 29,5 x 14 x 9,5 cm	m <sup>2</sup>	24,66	\$ 124.760,00	\$ 3.076.537,93
4	Estructuras				\$ 6.426.854,98
4.1	Mesón en concreto de 3000 psi 0.6 x 0.08 incluye refuerzo	ml	1,24	\$ 98.707,00	\$ 122.396,68
4.2	Viga de amarre superior en concreto de 3000 psi de 10x20 cms	ml	40,90	\$ 35.196,00	\$ 1.439.516,40
4.3	Viga cinta en concreto de 3000 psi de 10x10 cms	ml	43,20	\$ 32.126,00	\$ 1.387.843,20
4.4	Concreto de 3.000 psi para columnetas de 10x20 cm	ml	28,24	\$ 33.599,00	\$ 948.835,76
4.5	Acero de refuerzo incluye figurado	Kg	380,93	\$ 6.637,00	\$ 2.528.262,94
5	Cubierta				\$ 5.342.076,90
5.1	Teja ecoroof asa residencial 36 upvc 2mm blanco 0,92x11,8 incluye caballete	m <sup>2</sup>	46,25	\$ 67.150,00	\$ 3.105.553,20
5.2	Viga Doble I-Joist Osb 0,24m X 12 m	ml	39,30	\$ 56.909,00	\$ 2.236.523,70

6	Instalaciones Sanitarias					\$ 1.327.618,20
6.1	Punto sanitario de 4" En PVC	Un	1,00	\$ 59.813,00		\$ 59.813,00
6.2	Punto sanitario de 2" En PVC	Un	5,00	\$ 68.273,00		\$ 341.365,00
6.3	Tubería sanitaria de 4" PVC	ml	5,00	\$ 41.050,00		\$ 205.250,00
6.4	Tubería sanitaria de 2" PVC	ml	5,80	\$ 19.789,00		\$ 114.776,20
6.5	Acometida sanitaria	Un	1,00	\$ 110.743,00		\$ 110.743,00
6.6	Registro sanitario mamposteria de 60x50 incl. Tapa	Un	1,00	\$ 495.671,00		\$ 495.671,00
7	Instalaciones Hidráulicas					\$ 327.422,00
7.1	Punto hidráulico de 1/2" PVC	Un	4,00	\$ 45.985,00		\$ 183.940,00
7.2	Acometida hidráulica de 1/2" PVC	Un	1,00	\$ 21.514,00		\$ 21.514,00
7.3	Tubería hidráulica de 1/2" PVC	ml	9,00	\$ 13.552,00		\$ 121.968,00
8	Plantilla Para Pisos					\$ 1.811.970,60
8.1	Plantilla allanada para pisos e:0,07 m incluye ref, concreto 3000 Psi	m <sup>2</sup>	37,48	\$ 48.345,00		\$ 1.811.970,60

---

9	Instalaciones Eléctricas				\$ 1.155.764,00
9.1	Punto electrico de iluminación	Un	7,00	\$ 77.967,00	\$ 545.769,00
9.3	Salida de toma conduit	Un	6,00	\$ 69.294,00	\$ 415.764,00
9.4	Tablero eléctrico dos circuitos	Un	1,00	\$ 94.598,00	\$ 94.598,00
9.5	Acometida eléctrica	Un	1,00	\$ 99.633,00	\$ 99.633,00
10	Aparatos sanitarios y de cocina				\$ 818.317,00
10.1	Combo sanitario incluye (lavamano,sanitario pedestal)	Un	1,00	\$ 464.942,00	\$ 464.942,00
10.2	Ducha sencilla	Un	1,00	\$ 51.256,00	\$ 51.256,00
10.3	Rejilla de piso	Un	2,00	\$ 16.317,00	\$ 32.634,00
10.4	Lavadero fibra de vidrio 75x60	Un	1,00	\$ 150.697,00	\$ 150.697,00
10.5	Suministro e instalación lavaplato 40x60 (incluye griferia)	Un	1,00	\$ 118.788,00	\$ 118.788,00
11	Carpintería Metálica				\$ 1.717.442,72
11.1	Ventana metálica de 1.20 x 1.00 m (incl anticorrecibo, pintura y vidrio 4mm)	m <sup>2</sup>	1,20	\$ 269.508,00	\$ 323.409,60

---

11.2	Puerta metálica lamina cold roll Cal. 20 de 1.00x2.00 m	Un	2,00	\$ 476.020,00	\$ 952.040,00
11.3	Ventana metálica de 1.40 x 1.00 m (incl anticorrecibo, pintura y vidrio 4mm)	m <sup>2</sup>	1,40	\$ 269.508,00	\$ 377.311,20
11.4	Ventana metálica de 0.40 x 0,60 m (incl anticorrecibo, pintura y vidrio 4mm)	m <sup>2</sup>	0,24	\$ 269.508,00	\$ 64.681,92
12	Pañetes				\$ 4.069.417,31
12.1	Pañete impermeabilizado 1:4	m <sup>2</sup>	129,29	\$ 28.259,00	\$ 3.653.606,11
12.2	Enchape cerámica 20 x 20 cm	m <sup>2</sup>	13,30	\$ 31.264,00	\$ 415.811,20
13	Sistema de aprovechamiento recolección				\$ 3.158.015,70
13.1	Suministro e intalacion de canal amazona	ml	9	\$ 61.467,00	\$ 553.203,00
13.2	Bajante aguas lluvias Pvc 3``	ml	33,35	\$ 14.082,00	\$ 469.634,70
13.4	Suministro e instalacion de tanque de 1000 Lt	un	1	\$ 499.683,00	\$ 499.683,00
13.5	Punto hidráulico de 1/2"	un	2	\$ 45.985,00	\$ 91.970,00
13.6	Acometida de agua lluvia de 1/2"	un	1	\$ 21.514,00	\$ 21.514,00
13.7	Estructura de soporte para tanque elevado	gb	1	\$ 1.522.011,00	\$ 1.522.011,00

	Valor Costo Directo		\$ 44.502.371,87
	Administrativo	\$ 0,23	\$ 10.235.545,53
	Imprevistos	\$ 0,02	\$ 890.047,44
	Utilidad	\$ 0,05	\$ 2.225.118,59
	Valor Costos Indirectos		\$ 13.350.711,56
	Valor Costo De Obra		\$ 57.853.083,44
	Valor Costo Total Del Proyecto		\$57.853.083,44

Tabla 8

*Presupuesto VIS convencional vs presupuesto VIS sostenible.*

Ítem	Descripción	Unidad	Valor Total VIS Convencional	Valor Total VIS Sostenible	Diferencias
1	Preliminares				

1.1	Descapote y limpieza	m <sup>2</sup>	\$ 35.640,00	\$ 35.640,00	\$ 0,00
1.2	Localización y replanteo con equipo	m <sup>2</sup>	\$ 100.069,20	\$ 100.069,20	\$ 0,00
1.3	Relleno compactado con equipo	m <sup>3</sup>	\$ 824.392,80	\$ 824.392,80	\$ 0,00
2	Cimientos y sobrecimientos				
2.1	Excavación manual de 0.25x0,3 m terreno común	m <sup>3</sup>	\$ 75.202,06	\$ 75.202,06	\$ 0,00
2.2	Concreto 3000 psi para viga de cimiento de 0.25 x 0,3 m	MI	\$ 1.971.013,50	\$ 1.971.013,50	\$ 0,00
2.3	Sobrecimiento en bloque de arena cemento de 39x19x15 cm h= 0,40 m vs sobrecimiento en bloque btc 4/4 normal 29,5 x 14 x 9,5 cm h= 0,40 m	MI	\$ 1.833.671,70	\$ 4.462.870,50	\$ 2.629.198,80
3	Mampostería				
3.1	Levante en bloque arena cemento de 39x19x10 cm	m <sup>2</sup>	\$ 2.948.329,16	\$ 7.801.746,47	\$ 4.853.417,31

---

	vs levante en bloque btc 4/4 normal 29,5 x 14 x 9,5 cm				
	Levante de cuchilla en bloque arena cemento de 39x19x10 cm				
3.2	vs levante de cuchilla en bloque Btc 4/4 normal 29,5 x 14 x 9,5 cm	m <sup>2</sup>	\$ 1.311.301,55	\$ 3.076.537,93	\$ 1.765.236,39
4	Estructuras				
4.1	Mesón en concreto de 3000 psi 0.6 x 0.08 incluye refuerzo	MI	\$ 122.396,68	\$ 122.396,68	\$ 0,00
4.2	Viga de amarre superior en concreto de 3000 psi de 10x20 cm	MI	\$ 1.439.516,40	\$ 1.439.516,40	\$ 0,00
4.3	Viga cinta en concreto de 3000 psi de 10x10 cm	MI	\$ 1.387.843,20	\$ 1.387.843,20	\$ 0,00
4.4	Concreto de 3.000 psi para columnetas de 10x20 cm	MI	\$ 948.835,76	\$ 948.835,76	\$ 0,00
4.5	Acero De Refuerzo Incluye Figurado	Kg	\$ 2.528.262,94	\$ 2.528.262,94	\$ 0,00

---

---

5	Cubierta					
	Cubierta en lámina de ondulada fibro – cemento vs teja ecoroof					
5.1	asa residencial 36 upvc 2mm blanco 0,92x11,8 incluye caballete	m <sup>2</sup>	\$ 3.465.085,15	\$ 3.105.553,20	-\$ 359.531,95	
5.2	Correa metálica en (1 de 3/8" + 2 de 3/8") vs viga doble i-joist osb 0,24m x 12m	MI	\$ 1.978.872,90	\$ 2.236.523,70	\$ 257.650,80	
6	Instalaciones Sanitarias					
6.1	Punto sanitario de 4" En PVC Vs Punto sanitario de 4" en PVC	Un	\$ 58.461,00	\$ 59.813,00	\$ 1.352,00	
6.2	Punto sanitario de 2" en PVC Vs Punto sanitario de 2" en PVC con mortero	Un	\$ 306.385,00	\$ 341.365,00	\$ 34.980,00	
6.3	Tubería sanitaria de 4" PVC	MI	\$ 205.250,00	\$ 205.250,00	\$ 0,00	
6.4	Tubería sanitaria de 2" PVC	MI	\$ 114.776,20	\$ 114.776,20	\$ 0,00	

---

6.5	Acometida Sanitaria	Un	\$ 110.743,00	\$ 110.743,00	\$ 0,00
6.6	Registro sanitario mampostería de 60x50 incl. tapa vs registro sanitario mampostería de 60x50 incl. tapa	Un	\$ 295.732,00	\$ 495.671,00	\$ 199.939,00
7	Instalaciones Hidráulicas				
7.1	Punto hidráulico de 1/2" PVC	Un	\$ 183.940,00	\$ 183.940,00	\$ 0,00
7.2	Acometida hidráulica de 1/2" PVC	Un	\$ 21.514,00	\$ 21.514,00	\$ 0,00
7.3	Tubería hidráulica de 1/2" PVC	MI	\$ 121.968,00	\$ 121.968,00	\$ 0,00
8	Plantilla Para Pisos				
8.1	Plantilla allanada para pisos E:0,07 m Incluye Ref., concreto 3000 Psi	m <sup>2</sup>	\$ 1.811.970,60	\$ 1.811.970,60	\$ 0,00
9	Instalaciones Eléctricas				
9.1	Punto eléctrico de iluminación	Un	\$ 545.769,00	\$ 545.769,00	\$ 0,00

9.3	Salida de toma conduit	Un	\$ 415.764,00	\$ 415.764,00	\$ 0,00
9.4	Tablero eléctrico dos circuitos	Un	\$ 94.598,00	\$ 94.598,00	\$ 0,00
9.5	Acometida eléctrica	Un	\$ 99.633,00	\$ 99.633,00	\$ 0,00
10	Aparatos Sanitarios Y De Cocina				
10.1	Combo sanitario incluye (lavamanos, sanitario pedestal)	Un	\$ 464.942,00	\$ 464.942,00	\$ 0,00
10.2	Ducha sencilla	Un	\$ 51.256,00	\$ 51.256,00	\$ 0,00
10.3	Rejilla de piso	Un	\$ 32.634,00	\$ 32.634,00	\$ 0,00
10.4	Lavadero fibra de vidrio 75x60	Un	\$ 150.697,00	\$ 150.697,00	\$ 0,00
	Suministro e instalación				
10.5	lavaplatos 40x60 (incluye grifería)	Un	\$ 118.788,00	\$ 118.788,00	\$ 0,00
11	Carpintería Metálica				
	Ventana metálica de				
11.1	1.20x1.00m (incl. anticorrosivo, pintura y vidrio 4mm) vs	m <sup>2</sup>	\$ 256.132,80	\$ 323.409,60	\$ 67.276,80

---

	ventana metálica de 1.20 x 1.00 m (incl. anticorrosivo, pintura y vidrio 4mm)				
11.2	Puerta metálica lamina cold roll cal. 20 de 1.00 x 2.00 m	Un	\$ 812.114,00	\$ 952.040,00	\$ 139.926,00
11.3	Ventana metálica de 1.40x1.00 m (incl. anticorrosivo, pintura y vidrio 4mm) vs ventana metálica de 1.40x1.00m(incl. anticorrosivo, pintura y vidrio 4mm)	m <sup>2</sup>	\$ 298.821,60	\$ 377.311,20	\$ 78.489,60
11.4	ventana metálica de 0.40 x 0,60 m (incl. anticorrosivo, pintura y vidrio 4mm)	m <sup>2</sup>	\$ 51.226,56	\$ 64.681,92	\$ 13.455,36
12	Pañetes				
	Pañete impermeabilizado 1:4	m <sup>2</sup>	\$ 3.653.606,11	\$ 3.653.606,11	\$ 0,00
12.2	Enchape cerámica 20 x 20 cm	m <sup>2</sup>	\$ 415.811,20	\$ 415.811,20	\$ 0,00
13	Sistema de aprovechamiento recolección				

---

13.1	Suministro e instalación de canal amazona	MI		\$ 553.203,00	\$ 553.203,00
13.2	Bajante aguas lluvias PVC 3"	MI		\$ 469.634,70	\$ 469.634,70
13.4	Suministro e instalación de tanque de 1000 lt	Un		\$ 499.683,00	\$ 499.683,00
13.5	Punto hidráulico de 1/2"	Un		\$ 91.970,00	\$ 91.970,00
13.6	Acometida de agua lluvia de 1/2"	Un		\$ 21.514,00	\$ 21.514,00
13.7	Estructura de soporte para tanque elevado	Gb		\$ 1.522.011,00	\$ 1.522.011,00
			Valor Costo Directo	\$ 31.662.966,07	\$ 44.502.371,87
			Administrativo 23%	\$ 7.282.482,20	\$ 10.235.545,53
			Imprevistos 2%	\$ 633.259,32	\$ 890.047,44
			Utilidad 5%	\$ 1.583.148,30	\$ 2.225.118,59
			Valor Costos Indirectos	\$ 9.498.889,82	\$ 13.350.711,56
			Valor Costo de Obra	\$ 41.161.855,89	\$ 57.853.083,44

---

 Valor Costo Total Del Proyecto

\$ 41.161.855,89

\$ 57.853.083,44

\$ 16.691.227,54

---

 Nota. La VIS Sostenible presenta un sobrecosto del 28,9% ya que se incorporan materiales de menor impacto ambiental. Esta inversión es recuperable a mediano y largo plazo en la fase operación de la vivienda.

*Tabla 9*

*Presupuesto de Material*

---

Conductor	Cédula	Tipo de Transporte	Ruta de acceso	Descripción		
				Transporte Arena m <sup>3</sup> /km	Transporte Arena kg/km	Transporte Material Mixto m <sup>3</sup> /km
Carlos Jesús Terán Álvarez	18.917.818	Informal	Fluvial y Terrestre	\$ 1600,00	\$ 30,00	\$ 1600,00
Carlos Daniel Chiquillo Barbosa	91.478.482	Informal	Fluvial y Terrestre	\$ 1500,00	\$ 35,00	\$ 1500,00

---

Wilson Ríos Salazar	73.020.035	Informal	Fluvial y Terrestre	\$ 1400,00	\$ 25,00	\$ 1400,00
			Valor Promedio	\$ 1500,00	\$ 30,00	\$ 1500,00

Nota. El municipio de Morales Bolívar cuenta con empresas de transporte formal pero su actividad principal es el servicio de pasajero, la mayoría de transporte que se encargan de los materiales son informales. Debido a este panorama, se realiza un análisis de transporte en donde se averiguo el valor de la cantidad por kilómetro que se manejan en la zona del municipio de Morales Bolívar.

Dentro de este orden de ideas se ha verificado que el valor del transporte tanto para la VIS Convencional como una VIS Sostenible no sobrepasa del 1% del costo directo de cada uno del presupuesto relacionado con el tema; se puede resumir que el incremento de los materiales se ve afectado en recorrido que puede tener desde el punto de cargue has el punto de descargue (obra).

## ANALISIS DE RESULTADO

Dentro de las estrategias que se pueden implementar para la construcción de viviendas sostenibles, en el presente estudio se tuvieron en cuenta cuatro (4) sin embargo, una vez analizadas para el municipio de Morales las más recomendadas son eficiencia energética, ahorro de agua, las condiciones climáticas que presenta el municipio y una reducción de residuos de materiales de construcción, estas estrategias aplicada en la utilización de materiales se tuvieron en cuenta para el diseño e infraestructura de las actividades que relacionaran bloques, lámina de ondulada fibro – cemento convencionales y toda la estructura que abarca el sistema de cubiertas. Por tanto luego de llevar a cabo un estudio bibliográfico detallado que se acomodara a las condiciones ambientales y económicas del municipio se planteó la utilización de Ladrillos BTS, que aparte de reducir en su elaboración el CO<sub>2</sub>, se logran adaptar de forma natural al ambiente. Así mismo, las láminas fueron reemplazadas por las tejas de ecoroof asa residencial para su diseño, ya que permite brindar un aislamiento acústico, térmico y la disminución del calor producida por las extremas temperaturas del Municipio. Por último, en cuanto a la instalación del sistema estructural de la cubierta, se utilizó la Viga Doble I-Joist OSB al ser OSB aportaríamos el cuidado y protección del medio ambiente ayudando a reducir la tala de árboles ya que su elaboración depende de viruta de madera reciclada.

En base lo anterior se realizó un análisis financiero para determinar los costos que se presentan a la hora de llevar a cabo una VISC y una VISS. Por consiguiente, como se evidencia en la tabla 1, la construcción de una vivienda de interés social convencional en el municipio de Morales Bolívar tiene un costo de Cuarenta y un millones ciento sesenta y un mil ochocientos cincuenta y cinco pesos con cincuenta y nueve centavos MCTE (\$ 41.161.855,89), los cuales corresponden al costo directo y costo indirecto del proyecto. Al compararlo con la

implementación de Eco -materiales y sistemas sostenibles al mismo modelo de vivienda tendría un costo total de construcción de Cincuenta y siete millones ochocientos cincuenta y tres mil ochenta y tres pesos con cuarenta y cuatro centavos y MCTE (\$57.853.083,44) según la tabla referenciadas No 2, lo que permite determinar que el factor que más genera valor de inversión es la implementación de materiales ecológicos.

La diferencia de precios entre una vivienda convencional en comparación con una vivienda sostenible se puede compensar en que su diseño es amigable con el medio ambiente y brindan beneficios para la comunidad en cuanto a temas de salud, pues como se nombró, mejora la calidad de aire, las condiciones térmicas y en ocasiones acústicas con las altas temperatura que se viene presentando en el municipio y la contaminación del rio magdalena es suficiente priorizar en construcciones sostenibles.

En este orden de ideas, aunque en la elaboración del presupuesto de construcción y la comparación que se realizó entre la vivienda de interés social sostenible y una vivienda de interés social convencional, resulta más costosa en términos económicos la vivienda de interés social sostenible, a nivel de bienestar social la construcción sostenible puede traer mayores beneficios que costos (costo/beneficio) un estudio que entrará a analizar el ente territorial y que repercute directamente en la calidad de vida de la comunidad del municipio.

Queda demostrado que implementar métodos de construcción sostenible va más allá de la utilización de materiales o diseños, sino todas las etapas o ciclo de vida de un proyecto de construcción, es decir desde la escogencia del terreno, el diseño, la elaboración de las materias primas, su construcción, su habitabilidad, mantenimiento y su demolición o terminación de su vida útil

## conclusión

El déficit habitacional del país es asumido con estrategias como la construcción de Viviendas de Interés Social. A pesar de la situación actual de pandemia, crisis económica y burbuja inmobiliaria incierta, el mercado nacional ha crecido en un 25,4%.

Las técnicas constructivas evolucionaron con el descubrimiento de materiales y elementos que permitieron el desarrollo en las edificaciones, lo más importante en el siglo XX ha sido la unión entre el hormigón y el acero. Materiales que hasta hoy están determinando el mercado mundial en la construcción.

El municipio de Morales lo rodean circunstancias adversas que le impiden a la población la compra de vivienda propia. El Índice de Pobreza Multidimensional (IPM) ha tendido a disminuir, pero aún es una barrera, que presenta un gran porcentaje de la población con carencias en la educación, salud y nivel de vida. Además, su economía emplea de manera formal un porcentaje muy mínimo de la población, estas circunstancias se proyectan en la poca capacidad adquisitiva de vivienda propia.

La construcción de VIS sostenible presenta un sobrecosto actual en el municipio de Morales de un 28,9%. Este fenómeno no sólo es debido a la situación actual de pandemia, crisis económica y aumento de precios en materiales, sino por los sistemas de ahorro que se implementan en la vivienda. Las ventajas en la construcción de VIS Sostenible se presentan especialmente a nivel ambiental y social. En términos económicos los sobrecostos son recuperables en la etapa de uso de la vivienda.

La construcción de VIS Sostenible en el Municipio de Morales se presenta como una alternativa altamente viable, puesto que, es posible adquirirla, no sólo por recursos propios, sino

pagos por ahorro que la vivienda trae en su etapa de funcionamiento, permitiendo al propietario un retorno de inversión en términos económicos, de habitabilidad y ambiental. Este es el caso de las personas que adquieren el subsidio, donde el Estado aporta solamente el valor máximo estipulado, y el propietario asume el excedente del valor de la vivienda.

La VIS completamente gratis, se da, por la gestión pertinente del Municipio para que este tipo de subsidio llegue a la población. En este caso, el modelo de VIS Sostenible se presenta es al contratista de la obra. La industria de la construcción, lleva un lento avance, en la construcción de VIS Sostenible a gran escala (urbanización), la viabilidad de este tipo de construcción aún es motivo de estudio y análisis por parte de este importante sector económico del país. Estos estudios realizan el análisis de ciclo de vida de los materiales para la construcción sostenible que garanticen la viabilidad de los proyectos constructivos.

## Referencias

Aceros Arequipa. (s. f.). *Manual de Construcción para Maestros de Obra | Aceros Arequipa*.

Recuperado 3 de septiembre de 2021, de

<https://www.acerosarequipa.com/manuales/manual-de-construccion-para-maestros-de-obra>

Alcaldía Municipal de Colombia. (30 de Septiembre de 2011). *Manual De Especificaciones Tecnicas De Construcción Para El Mejoramiento De Vivienda*. cajaviviendapopular.gov.co)

Alcaldía Municipal Morales-Bolívar. (2020). *Plan de desarrollo Municipal de corazón por el cambio 2020-2023* [Alcaldía Municipal]. Plan de desarrollo Municipal «de corazón por el cambio» 2020-2023.

[https://moralesbolivar.micolombiadigital.gov.co/sites/moralesbolivar/content/files/000230/11483\\_plan-de-desarrollo-20202023.pdf](https://moralesbolivar.micolombiadigital.gov.co/sites/moralesbolivar/content/files/000230/11483_plan-de-desarrollo-20202023.pdf)

Aranda, J. L. (2021, junio 16). *El mercado inmobiliario mundial se calienta: Crece el riesgo de una nueva burbuja global*. EL PAÍS. <https://elpais.com/economia/2021-06-16/el-mercado-inmobiliario-mundial-se-calienta-crece-el-riesgo-de-una-nueva-burbuja-global.html>

Área Metropolitana del Valle de Aburrá. (2019). *Construcción sostenible*.

<https://www.metropol.gov.co:443/ambiental/Paginas/Consumo-sostenible/Construccion-sostenible.aspx>

Bancolombia. (2020). *[Guía] Construcción sostenible en Colombia*.

<https://www.grupobancolombia.com/wps/portal/negocios/actualizate/sostenibilidad/const>

ruccion-sostenible-en-colombia/!ut/p/z1/jdBRa4NADAFwT-  
 NjTU6tO\_d2raWczg43XG1eihZ7FdQT6yr79itOBoNNlreE3z-  
 EAEEK1GS3UmV9qZusvcHco\_W1pMsdNjumTsexk8bsZU8DsLEhv0I8I8SCPSf\_Ayg  
 -  
 fV7oJFwa2lJtsaIrwRH8cZtFr94zHWdebD2HybwfQMX\_hJjfxVhIKPAf7UmMHNFAK  
 QqnX89TDS5zRVQV5yLrujM9-4-vvR9e3000MBhGEyltaoK86RrA3-  
 LXPS1h\_SnhLZOUizlgyKP4RODzxRH#Ancla3

BBVA. (s. f.). Qué es la arquitectura bioclimática y cuánta energía permite ahorrar. *BBVA NOTICIAS*. Recuperado 2 de septiembre de 2021, de <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-es-la-arquitectura-bioclimatica-y-cuanta-energia-permite-ahorrar/>

Bohigues Vallet, D. (2011). *Vivienda tradicional vs. Vivienda sostenible* [Proyecto/Trabajo fin de carrera/grado, Universitat Politècnica de València]. <https://riunet.upv.es/handle/10251/11621>

BREEAM Internacional. (s. f.). BREEAM Internacional. *BREEAM® ES*. Recuperado 30 de agosto de 2021, de <https://breeam.es/internacional/>

Camacol. (2021a). *Informe Económico| Camacol* (Económico N.º 110; p. 14). Camacol. [https://camacol.co/sites/default/files/info-sectorial/Informe%20Econ%C3%B3mico%20110%20VF\\_%20Formato.docx.pdf](https://camacol.co/sites/default/files/info-sectorial/Informe%20Econ%C3%B3mico%20110%20VF_%20Formato.docx.pdf)

Camacol. (2021b). *Tendencias de la construcción*. <https://camacol.co/sites/default/files/Tendencias%20de%20la%20Construcci%C3%B3n%202020.pdf>

CCCS. (s. f.-a). *CASA Colombia – Consejo Colombiano de Construcción Sostenible – CCCS.*

Recuperado 17 de agosto de 2021, de <https://www.cccs.org.co/wp/casa-colombia/>

CCCS. (s. f.-b). *Programa LEED® en Colombia – Consejo Colombiano de Construcción*

*Sostenible – CCCS.* Recuperado 18 de agosto de 2021, de

<https://www.cccs.org.co/wp/capacitacion/talleres-de-preparacion-leed/>

CCCS. (2018a). *La primera vivienda sostenible del país certificada en CASA Colombia –*

*Consejo Colombiano de Construcción Sostenible – CCCS.*

[https://www.cccs.org.co/wp/2018/06/29/la-primera-vivienda-sostenible-del-pais-](https://www.cccs.org.co/wp/2018/06/29/la-primera-vivienda-sostenible-del-pais-certificada-en-casa-colombia/)

[certificada-en-casa-colombia/](https://www.cccs.org.co/wp/2018/06/29/la-primera-vivienda-sostenible-del-pais-certificada-en-casa-colombia/)

CCCS, E. por. (2018b). *CASA COLOMBIA, EL SISTEMA DE CERTIFICACIÓN PARA LA*

*VIVIENDA SOCIAL SOSTENIBLE. – Consejo Colombiano de Construcción Sostenible –*

*CCCS.* [https://www.cccs.org.co/wp/2018/07/31/casa-colombia-el-sistema-de-](https://www.cccs.org.co/wp/2018/07/31/casa-colombia-el-sistema-de-certificacion-para-la-vivienda-social-sostenible/)

[certificacion-para-la-vivienda-social-sostenible/](https://www.cccs.org.co/wp/2018/07/31/casa-colombia-el-sistema-de-certificacion-para-la-vivienda-social-sostenible/)

CCCS, E. por. (2018c). *La sostenibilidad integral ya tiene incentivos – Consejo Colombiano de*

*Construcción Sostenible – CCCS.* [https://www.cccs.org.co/wp/2018/06/29/la-](https://www.cccs.org.co/wp/2018/06/29/la-sostenibilidad-integral-ya-tiene-incentivos/)

[sostenibilidad-integral-ya-tiene-incentivos/](https://www.cccs.org.co/wp/2018/06/29/la-sostenibilidad-integral-ya-tiene-incentivos/)

*Colocación de ladrillos | Aceros Arequipa.* (s. f.). Recuperado 31 de agosto de 2021, de

<https://www.acerosarequipa.com/manuales/manual-del-maestro->

[constructor/construccion-del-muro](https://www.acerosarequipa.com/manuales/manual-del-maestro-)

Colombiamania. (2017). *Departamento de Bolívar.* Colombiamania.com.

<http://www.colombiamania.com/departamentos/bolivar.html>

Congreso de la República. (2017). *LEY 1844 DE 2017*. <http://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Leyes/30032607>

CONPES 3919. (2018). *Política Nacional de Edificaciones Sostenibles*.

<https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3919.pdf>

ConstruReyes Ingeniería. (2020). *Cómo Calcular Materiales para: REVOQUES, Repellos o*

*PAÑETES*. <https://www.youtube.com/watch?v=9QkFoMUzvoI>

Désiré Roulin, F. (1823). *Enciclopedia / Banrepcultural* [Red Cultural del Banco de la Republica]. Banrepcultural.

<https://enciclopedia.banrepcultural.org/index.php?title=Archivo:Ap4080.jpg>

EDGE. (2021, julio 27). *Certificar / EDGE Buildings*. <https://edgebuildings.com/certify/?lang=es>

*Falso piso / Aceros Arequipa*. (s. f.). Recuperado 31 de agosto de 2021, de

<https://www.acerosarequipa.com/manuales/manual-del-maestro-constructor/falso-piso>

Gama, C. E. S. (2007). *La arquitectura de tierra en Colombia, procesos y culturas constructivas*. 20, 15.

Geotec-Enterritorio. (2013). *Urbanización el Paraíso*.

[https://www.enterritorio.gov.co/geotec/proyectos/main/home.php?show\\_proyecto\\_w=F1](https://www.enterritorio.gov.co/geotec/proyectos/main/home.php?show_proyecto_w=F1)

3-

[0000081&nombre\\_w=URBANIZACION%20EL%20PARAISO&ubicacion\\_w=Morales-Bol%EDvar&valor\\_w=836525312&fecha\\_w=19-NOV-08&soluciones\\_w=0](https://www.enterritorio.gov.co/geotec/proyectos/main/home.php?show_proyecto_w=F10000081&nombre_w=URBANIZACION%20EL%20PARAISO&ubicacion_w=Morales-Bol%EDvar&valor_w=836525312&fecha_w=19-NOV-08&soluciones_w=0)

Geotec-Enterritorio. (2016). *Urbanización los Ángeles. Morales-Bolívar*. Enterritorio.gov.co.

[https://www.enterritorio.gov.co/geotec/proyectos/informes/reporte\\_completo.php?id\\_pro](https://www.enterritorio.gov.co/geotec/proyectos/informes/reporte_completo.php?id_proyecto_w=EFT-2009-0075&correlativo_w=23)

[yecto\\_w=EFT-2009-0075&correlativo\\_w=23](https://www.enterritorio.gov.co/geotec/proyectos/informes/reporte_completo.php?id_proyecto_w=EFT-2009-0075&correlativo_w=23)

- Green Building Council of Australia. (s. f.). *¿Qué es Green Star? | Consejo de Construcción Ecológica de Australia*. Recuperado 30 de agosto de 2021, de <https://new.gbca.org.au/green-star/green-star/>
- Hernández Castro, N. L. H. (2006). *La conformación del hábitat de la vivienda informal desde la técnica constructiva*. Univ. Nacional de Colombia.
- IGAC. (2020a). *Agrología—Consulta | GEOPORTAL*. Agrología. <https://geoportal.igac.gov.co/contenido/agrologia-consulta>
- IGAC. (2020b). *Consulta Catastral | GEOPORTAL*. Consulta Catastral. <https://geoportal.igac.gov.co/contenido/consulta-catastral>
- JLL Research & Strategy. (2020, abril 19). *COVID-19: Implicaciones inmobiliarias globales*. <https://www.jll.com.co/es/trends-and-insights/research/covid-19-global-real-estate-implications>
- Lafaurié, A. R. J., Moncada, A. A., Lozano, G. C., Ortega, M. D. C., & Gutierrez, G. A. (1999). *DPP-0362 Propuesta municipal de Morales*. 106.
- Larrouyet, M. C. (2015). *Desarrollo sustentable: Origen, evolución y su implementación para el cuidado del planeta*. <http://ridaa.unq.edu.ar/handle/20.500.11807/154>
- Ledesma, P. J. J. (2014). La Técnica Constructiva En La Arquitectura. *Revista Legado de Arquitectura y Diseño*, 15, 21-37.
- LEED for Homes | U.S. Green Building Council. (s. f.). Recuperado 30 de agosto de 2021, de <https://www.usgbc.org/resources/leed-homes>
- Magic Markers. (2021, junio 21). *Construcción sostenible: De la teoría a la práctica*. <https://www.youtube.com/watch?v=rOX-caX5KBc>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2017a). *Resolución 1988 de 2017*.

<https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/3e-res%201988%20de%202017.pdf>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2017b). *Resolución número 0472 de 2017, por la cual se reglamenta la gestión integral de los residuos generados en las actividades de Construcción y Demolición (RCD) y se dictan otras disposiciones*. vLex.

<https://vlex.com.co/vid/resolucion-numero-0472-2017-670244053>

Minivivienda. (2011). *Los materiales en la construcción de vivienda de interés social*. Ministerio de Vivienda, ciudad y Territorio Colombiano.

[https://www.minvivienda.gov.co/sites/default/files/2020-07/guia\\_asis\\_tec\\_vis\\_2.pdf](https://www.minvivienda.gov.co/sites/default/files/2020-07/guia_asis_tec_vis_2.pdf)

MinVivienda. (2020). *VIS y VIP | Minvivienda*. <https://www.minvivienda.gov.co/viceministerio-de-vivienda/vis-y-vip>

Montoya, M. F. (2021). *Transición Energética*. Twitter. <https://twitter.com/f2001co>

Mora, M. J. C., Fernandez, C. A. J., & Garavis, C. A. J. (2018). *Diferencias entre vivienda de interés prioritario vip y la vivienda de interés social vis en la legislación Colombiana*. 26.

Murillo Mosquera. (2014). *Historia de la vivienda*.

<https://www.youtube.com/watch?v=MXyszwal-Ow&t=148s>

Nations United. (1948). *La Declaración Universal de Derechos Humanos | Naciones Unidas*.

United Nations; United Nations. <https://www.un.org/es/about-us/universal-declaration-of-human-rights>

- Nishikimoto, E. H. (1994). Incentivo a la calidad de la vivienda social. *Revista INVI*, 8(20), 16-22.
- Ocampo-Rodríguez, J. L., & Tarazona-Aponte, H. E. (2021). *Comparación de factores económicos y ambientales entre un proyecto constructivo de vivienda de interés social VIS convencional y uno con la implementación Edge en Bogotá*.  
<https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/26404>
- Orjuela Gómez, M. A. (2020). *Diseño de una edificación sostenible para una vivienda de interés social* [Thesis, Corporación Universitaria Minuto de Dios].  
<https://repository.uniminuto.edu/handle/10656/12048>
- Páez, A. (1986). *Hormigón armado*. Reverte.
- Paredes Cisneros, S. (2017, diciembre 6). *Casas en la Colonia*. Revista Credencial.  
<https://www.revistacredencial.com/historia/temas/casas-en-la-colonia>
- PNUMA. (1992). *División de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas*.  
<https://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/agenda21spchapter7.htm>
- PNUMA. (2013). *Handbook of Sustainable Building Policies*. Copenhagen Centre on Energy Efficiency. [https://c2e2.unepdtu.org/kms\\_object/handbook-of-sustainable-building-policies/](https://c2e2.unepdtu.org/kms_object/handbook-of-sustainable-building-policies/)
- Rincón Abril, N. G., & Medina Becerra, I. D. (2020). Analysis of sustainable construction versus conventional construction from the point of view of costs and benefits: Case refuge Toibita, Paipa-Boyaca. *Ingenio Libre; Vol. 7 Núm. 17 (2019): Revista Ingenio Libre No. 17; 7-20*. <http://repository.unilibre.edu.co/handle/10901/18062>

Rodríguez Soria, B. (2019, octubre 2). *Viviendas sostenibles*. El Periódico de Aragón.

<https://www.elperiodicodearagon.com/espacio3/2019/10/02/viviendas-sostenibles-46600227.html>

Romea, C. (2014). *El hormigón: Breve reseña histórica de un material milenario*.

<https://doi.org/10.3926/OMS.199>

Rotoplas. Sistema de captación de aguas. (2018) <https://rotoplas.com.mx/como-funciona-un-sistema-de-captacion-de-agua-de-lluvia/>

Saberes patiamarillo Barichara (2020) <https://www.saberespatiamarillos.com/barichara-panete>

Saldarriaga Roa, A. (2017, octubre 20). *La arquitectura en Colombia en varios tiempos*. Revista Credencial. <https://www.revistacredencial.com/historia/temas/la-arquitectura-en-colombia-en-varios-tiempos>

Schütz, M. (s. f.). *Was ist Baubiologie?* baubiologie.de. Recuperado 17 de agosto de 2021, de <https://baubiologie.de/was-ist-baubiologie/>

SECOP I. (2020). *Detalle del proceso: LP-001-2020*.

[https://www.contratos.gov.co/consultas/detalleProceso.do?numConstancia=20-1-211602&g-recaptcha-response=03AGdBq25kHdXIjnxjXv0EKEvXkYWcwD54gVcn\\_OUymnLneKSW8G\\_\\_H0ZfK5QZBTk9P9ZFJSf8SUnmCls19N1U5JXmfp8KjeCHO7FwrEkPOVnpfXdsXcmjyKths06EeH4PVFZQrFfZA-ZfLi38MV3RgU29ot4SShH7U9AVpuRZ6NPP1YFDz4zOazSzmywWNMdidAQIGI1UhrDzeebO9av79YIIV6tT1i\\_m-QBJAHPktUJwSicqaoiUqWOw3DdnMQFA0i-gqDbqoiYSDKa5wLGKcXao4NuRLqrHdJGTg4fQGjkoW5iOPVova1jBHilHDzHb0Rt](https://www.contratos.gov.co/consultas/detalleProceso.do?numConstancia=20-1-211602&g-recaptcha-response=03AGdBq25kHdXIjnxjXv0EKEvXkYWcwD54gVcn_OUymnLneKSW8G__H0ZfK5QZBTk9P9ZFJSf8SUnmCls19N1U5JXmfp8KjeCHO7FwrEkPOVnpfXdsXcmjyKths06EeH4PVFZQrFfZA-ZfLi38MV3RgU29ot4SShH7U9AVpuRZ6NPP1YFDz4zOazSzmywWNMdidAQIGI1UhrDzeebO9av79YIIV6tT1i_m-QBJAHPktUJwSicqaoiUqWOw3DdnMQFA0i-gqDbqoiYSDKa5wLGKcXao4NuRLqrHdJGTg4fQGjkoW5iOPVova1jBHilHDzHb0Rt)

WQvN6JAgMr18GIWejvW2CS8UAsZQEN8bn5dTNPkoE3HS3-

ftOunxq1wOJYiO4DSUQC\_CELgGvQUQKOAPEVHOFp0yE4xlj\_PRK7HPEQehwFv

NLXsASwiKGT6H4oqDRCwPC-YYNK5gqgzOThos31-TOWyslcbYw

SENA. (1990). *El Bahareque en la región del Caribe* [Sistema de Biblioteca SENA]. El Bahareque en la región del Caribe.

[https://repositorio.sena.edu.co/sitios/bahareque\\_region\\_caribe/#](https://repositorio.sena.edu.co/sitios/bahareque_region_caribe/#)

Simancas Yovane, K. (2003). Reacondicionamiento bioclimático de viviendas de segunda residencia en clima mediterráneo. [Ph.D. Thesis, Universitat Politècnica de Catalunya].

En *TDX (Tesis Doctorals en Xarxa)*. <http://www.tdx.cat/handle/10803/6113>

Solminihaç T., H., & Thenoux Z., G. (1997). *Procesos y técnicas de construcción: Quinta edición* (5.<sup>a</sup> ed.). Ediciones UC. <https://doi.org/10.2307/j.ctv14rmrg4>

TECNALIA. (2017). *Estudio en la intensidad de utilización de materiales y economía circular en Colombia para la Misión de Crecimiento Verde*.

<https://bibliotecadigital.ccb.org.co/handle/11520/21034>

Torres Ruíz, D. (2020). *180 viviendas de interés social del proyecto “VILLA DIANA”, inicia la alcaldía de Morales* [Noticias Radiales]. 180 viviendas de interés social del proyecto “VILLA DIANA”, inicia la alcaldía de Morales. <https://eloriginal.co/180-viviendas-de-interes-social-del-proyecto-villa-diana-inicia-la-alcaldia-de-morales/>

Unidad de Planeación Minero Energética (UPME). (2017). *Resolución número 585 de 2017*.

vLex. <https://vlex.com.co/vid/resolucion-numero-585-2017-694504213>

Universidad Distrital. (s. f.). *01) EXCAVACIÓN MANUAL - Especificaciones Técnicas para Construcción de Viviendas*. Recuperado 31 de agosto de 2021, de

<https://sites.google.com/a/correo.udistrital.edu.co/manualviviendas/2-especificaciones-tecnicas-de-construccion/Cimentacion/a-excavacion-manual>

Universidad Francisco José de Caldas. (s. f.-a). *02) LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO (Aplica para reforzamiento y obra). - Especificaciones Técnicas para Construcción de Viviendas.*

Recuperado 3 de septiembre de 2021, de

<https://sites.google.com/a/correo.udistrital.edu.co/manualviviendas/2-especificaciones-tecnicas-de-construccion/Preliminares/Localizacion-y-replanteo-aplica-para-reforzamiento-y-obra>

Universidad Francisco José de Caldas. (s. f.-b). *Especificaciones Técnicas para Construcción de Viviendas.* Recuperado 3 de septiembre de 2021, de

<https://sites.google.com/a/correo.udistrital.edu.co/manualviviendas/home>

UPB Sostenible. (2020). *Construcción sostenible en Colombia: Cuestión de equilibrio y conciencia.* <https://www.upb.edu.co/es/central-blogs/sostenibilidad/construccion-sostenible-en-colombia>

Upme. (2016). *Plan de Acción Indicativo de Eficiencia Energética PAI PROURE 2017—2022.*

<https://www1.upme.gov.co/Paginas/Plan-de-Acci%C3%B3n-Indicativo-de-Eficiencia-Energ%C3%A9tica-PAI-PROURE-2017---2022.aspx>

Valencia, D. E. (2018). La vivienda sostenible, desde un enfoque teórico y de política pública en Colombia. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 17(33), 39-56.

<https://doi.org/10.22395/rium.v17n33a2>

Vásquez, Emely s.f. Colocación de ladrillos BTC <https://plasmarquitectura.com/?p=2617>

Villegas, B., & Zambrano, A. M. (2021). *Construcción de proyectos sostenibles en Colombia*.

<https://arquitecturayconcreto.com/dias-azules/que-son-los-proyectos-sostenibles-y-como-me-benefician>

Wadel – GBCe, G. Gbc. (2017). *Sostenibilitat en l'edificació. La importància dels materials a la construcció*. <http://www.apabcn.cat/>.

[https://www.apabcn.cat/ca\\_es/agenda/Pagines/sostenibilitat-edificacio.aspx](https://www.apabcn.cat/ca_es/agenda/Pagines/sostenibilitat-edificacio.aspx)

World Green Building Council. (2013). *The Business Case for Green Building: A Review of the*

*Costs and Benefits for Developers, Investors and Occupants*. World Green Building

Council. [https://www.worldgbc.org/news-media/business-case-green-building-review-](https://www.worldgbc.org/news-media/business-case-green-building-review-costs-and-benefits-developers-investors-and-occupants)

[costs-and-benefits-developers-investors-and-occupants](https://www.worldgbc.org/news-media/business-case-green-building-review-costs-and-benefits-developers-investors-and-occupants)

Zimbrón, A. H., & Toledo, M. Á. R. (2011). La Vivienda De Interés Social: Sostenibilidad,

Reglamentos Internacionales Y Su Relación En México. *Quivera. Revista de Estudios*

*Territoriales*, 13(2), 193-208.