

**La sostenibilidad en las ciudades de ladrillo: energías vivas y
aprovechamiento de aguas lluvias.**

Por:

Maria Camila Arango Agudelo

Tatiana Andrea Restrepo López

Trabajo de grado para optar al título de Ingenieras en Diseño Industrial

Asesoras:

Eliana Zapata Ruiz

Diana Claudia Muñoz Muñoz

Instituto Tecnológico Metropolitano

Facultad de Artes y Humanidades

Departamento de Diseño

Medellín - 2020

Dedicatoria

Queremos dedicar este trabajo de grado a nuestras familias que han sido el pilar más importante durante todo nuestro proceso académico, en donde estuvieron apoyándonos y formando nuestro carácter para convertirnos en las profesionales que anhelamos ser.

Agradecimientos

Queremos agradecer a nuestros profesores que en todo este largo recorrido han forjado nuestros aprendizajes para lo profesional y para nuestras vidas; agradecer a nuestros amigos y compañeros de viaje que han recorrido con nosotros las aulas del aprendizaje compartiendo experiencias y arduas noches de trabajo, además queremos agradecer a Erika Arango Agudelo por colaborarnos en nuestras asesorías.

Resumen

Debido a que diferentes estudios han demostrado que el área de la construcción es una de las que más niveles de CO₂ emite en el proceso de producción de materia prima, se genera un proyecto de investigación basado en la construcción de una vivienda con interiorismo sostenible en el municipio de Rionegro Antioquia; sustituyendo los materiales usados en la construcción tradicional por la implementación de eco-materiales, aprovechamiento de aguas lluvias y manejo de energías renovables como la energía fotovoltaica y la energía fotosintética, logrando con estos sistemas una disminución de la huella de carbono.

En el desarrollo de la investigación se seleccionaron materiales como la guadua, harina de llanta, termoarcilla, pintura silicato de potasio, aluminio, teja asfáltica, panel solar, tanque en fibra de vidrio y geranios, con el aprovechamiento y manejo de las aguas lluvias, así mismo, se utilizan dos tipos de energías: La primera es la energía eficiente, la energía fotovoltaica la cual funciona por medio de paneles solares y la segunda, la energía fotosintética la cual es el complemento de la primera energía ya que funciona a partir de las plantas vivas, en este caso los geranios.

Se logra que la casa cumpla con el objetivo de ser sostenible porque se reduce la huella de carbono durante su construcción, y como proceso final de investigación, se requirieron 128 m² para la plantación de la energía fotosintética en la cual se utilizaron 2.508 plantas de geranio con el fin de encender 6 bombillas LED de 12V. La investigación arrojó que la utilización de esta energía no es rentable ya que el presupuesto es muy elevado y se requiere de un terreno amplio.

Different studies have shown that the area of construction is one of the most CO₂ emitting in the production process of raw materials, it generates an idea of research based on the construction of a house with sustainable interior design in the municipality of Rionegro Antioquia, replacing the materials used in traditional construction by the implementation of eco-materials, rainwater harvesting and management of renewable energy such as photovoltaic and photosynthetic energy, achieving with these systems a decrease in carbon footprint.

In the development of the research, materials such as bamboo, tire flour, thermo-clay, potassium silicate paint, aluminum, asphalt tiles, solar panels, fiberglass tanks and geraniums were selected, with the use and management of rainwater: The first one is the efficient energy, the photovoltaic energy which works through solar panels and the second one, the photosynthetic energy which is the complement of the first energy since it works from the living plants, in this case the geraniums.

The house meets the objective of being sustainable because it reduces the carbon footprint during construction and as a final research process required 128m² for the planting of photosynthetic energy in which 2,508 geranium plants were used to light 6 12V LED bulbs. The research showed that the use of this energy is not profitable as the budget is very high and a large area is required.

Tabla de contenido

v

Resumen	iii
Abstract.....	iv
Planteamiento del Problema	1
Hipótesis	3
Justificación	4
Objetivos.....	5
General.....	5
Específicos.....	5
Capítulo 1. Marco Teórico.....	6
Antecedentes.....	6
Marco Teórico	9
Sostenibilidad y Calidad en Construcción.....	9
Materiales Ecológicos y de Bioconstrucción.....	11
Arquitectura Bioclimática.....	28
Aprovechamiento de Aguas Lluvias.....	32
Energías Renovables.....	34
Estado de la Técnica	35
Capítulo 2. Marco Metodológico	36
Materiales y Métodos	37
Procedimiento de 3 etapas:	37
Etapa 1:.....	37
Etapa 2:.....	38
Etapa 3:.....	38
Recolección de datos	38
Entrevista a Expertos	38
Desarrollo metodológico	45
Cronograma de Actividades	45
Actividad 1: Criterios para la elección de materiales	45
Actividad 2: Selección de material	46
Capítulo 3. Etapa de desarrollo de propuestas de diseño	48
Etapa de ingeniería	48
Propuesta #1	48
Propuesta #2	51
Propuesta Final	53
Planimetría.....	54
Modelado exterior.....	59
Modelado interior	66
Canvas	75
Conclusiones y recomendaciones	78
Referencias	79

Tabla 1.....	11
Tabla 2.....	11
Tabla 3.....	15
Tabla 4.....	16
Tabla 5.....	16
Tabla 6.....	45

<i>Figura 1.</i> Objetivos del Desarrollo Sostenible. ODS, 2020.	10
Figura 2. Termoarcilla. Fuente: (HISPALYT, 2018)	13
Figura 3: Bloque de Termoarcilla. (HISPALYT, 2018).....	14
Figura 4. Pared Bloque de Termoarcilla. (HISPALYT, 2018).....	14
Figura 5. Impedancia Térmica Z. (HISPALYT, 2018)	17
Figura 6. Tipos de series (HISPALYT, 2018).....	18
Figura 7. Unión de muros para ángulo de 135° (HISPALYT, 2018)	18
Figura 8. Máquina CINVA-RAM (Medina Arteaga et al., 2011)	19
Figura 9. Bloques de Tierra Perforados. (Medina Arteaga et al., 2011)	20
Figura 10. Tableta de Tierra Comprimida. (Medina Arteaga et al., 2011).....	20
Figura 11. Pañetes naturales. (Medina Arteaga et al., 2011).....	21
Figura 12. Morfología de la Guadua. (Guerra, 2012).....	21
Figura 13. Características generales de la Guadua. (Guerra, 2012)	22
Figura 14. Características generales de la Guadua. (Guerra, 2012)	23
Figura 15. Corte de la Guadua. (Guerra, 2012)	23
Figura 16. Uniones de la Guadua. (Guerra, 2012).....	24
Figura 17. Uniones de la Guadua. (Guerra, 2012).....	24
Figura 18. Uniones de la Guadua. (Guerra, 2012).....	25
Figura 19. Captación Solar. (Macías, 2014).....	30
Figura 20. Superficies de Captación de Agua Lluvia. (Cure & Gómez, 2020).....	33
Figura 21. Captación de Agua Lluvia. (Cure & Gómez, 2020).....	33
Figura 22. Evaluación del consumo.	42
Figura 23. Vista superior propuesta 1. (Arango Agudelo & Restrepo López, 2020).....	48
Figura 24. Vista superior plano, propuesta 1. (Arango Agudelo & Restrepo López, 2020)	49
Figura 25. Vista perspectiva trasera propuesta 1 (Arango Agudelo & Restrepo López, 2020)	49
.....	49
Figura 26. Vista perspectiva lateral propuesta 1 (Arango Agudelo & Restrepo López, 2020)	50
.....	50
Figura 27. Vista perspectiva frontal propuesta 1 (Arango Agudelo & Restrepo López, 2020)	50
.....	50
Figura 28. Vista superior propuesta 2. (Arango Agudelo & Restrepo López, 2020).....	51
Figura 29. Vista superior plano, propuesta 2. (Arango Agudelo & Restrepo López, 2020)	51
Figura 30. Vista perspectiva frontal propuesta 2 (Arango Agudelo & Restrepo López, 2020)	52
.....	52
Figura 31. Vista perspectiva trasera propuesta 2 (Arango Agudelo & Restrepo López, 2020)	52
.....	52
Figura 32. Vista perspectiva lateral propuesta 2 (Arango Agudelo & Restrepo López, 2020)	53
.....	53
Figura 33. Plano electrónico (Arango Agudelo & Restrepo López, 2020).....	54
Figura 34. Plano Eléctrico sistema fotovoltaico y fotosintético (Arango Agudelo & Restrepo López, 2020).....	55
Figura 35. Plano hidráulico (Arango Agudelo & Restrepo López, 2020).....	56
Figura 36. Plano cotas (Arango Agudelo & Restrepo López, 2020).....	57

Figura 37. Plano general (Arango Agudelo & Restrepo López, 2020)	58viii
Figura 38. Vista superior con cubierta (Arango Agudelo & Restrepo López, 2020).....	59
Figura 39. Vista superior sin cubierta (Arango Agudelo & Restrepo López, 2020).....	59
Figura 40. Vista en perspectiva frontal (Arango Agudelo & Restrepo López, 2020).....	60
Figura 41. Vista perspectiva trasera (Arango Agudelo & Restrepo López, 2020).....	60
Figura 42. Vista perspectiva lateral (Arango Agudelo & Restrepo López, 2020)	61
Figura 43. Entrada principal (Arango Agudelo & Restrepo López, 2020)	61
Figura 44. Vista zona de geranios (Arango Agudelo & Restrepo López, 2020).....	62
Figura 45. Vista parqueadero y deck (Arango Agudelo & Restrepo López, 2020)	62
Figura 46. Vista aérea zona deck (Arango Agudelo & Restrepo López, 2020)	63
Figura 47. Vista deck (Arango Agudelo & Restrepo López, 2020)	63
Figura 48. Vista trasera deck y sala (Arango Agudelo & Restrepo López, 2020)	64
Figura 49. Vista tanque de recolección de agua lluvia (Arango Agudelo & Restrepo López, 2020).....	64
Figura 50. Vista tanque y sistema de paneles (Arango Agudelo & Restrepo López, 2020).....	65
Figura 51. Vista paneles fotovoltaico (Arango Agudelo & Restrepo López, 2020)	65
Figura 52. Vista geranios sistema fotosintetico (Arango Agudelo & Restrepo López, 2020)	66
Figura 53. Habitación principal (Arango Agudelo & Restrepo López, 2020)	66
Figura 54. Habitación principal (Arango Agudelo & Restrepo López, 2020)	67
Figura 55. Habitación principal (Arango Agudelo & Restrepo López, 2020)	67
Figura 56. Vestier (Arango Agudelo & Restrepo López, 2020)	68
Figura 57. Baño principal (Arango Agudelo & Restrepo López, 2020)	68
Figura 58. Baño principal (Arango Agudelo & Restrepo López, 2020)	69
Figura 59. Estudio (Arango Agudelo & Restrepo López, 2020).....	69
Figura 60. Pasillo (Arango Agudelo & Restrepo López, 2020).....	70
Figura 61. Baño compartido entre habitaciones (Arango Agudelo & Restrepo López, 2020)	70
Figura 62. Habitación sencilla (1) (Arango Agudelo & Restrepo López, 2020).....	71
Figura 63. Habitación sencilla (2) (Arango Agudelo & Restrepo López, 2020).....	71
Figura 64. Baño huéspedes (Arango Agudelo & Restrepo López, 2020)	72
Figura 66. Baño huéspedes (Arango Agudelo & Restrepo López, 2020)	72
Figura 67. Zona privada (Arango Agudelo & Restrepo López, 2020).....	73
Figura 68. Cocina y comedor (Arango Agudelo & Restrepo López, 2020).....	73
Figura 69. Comedor y sala (Arango Agudelo & Restrepo López, 2020).....	74

En los últimos años en Colombia las emisiones de carbono (CO₂) emitidas a la atmósfera por el sector de la construcción han tenido un crecimiento del 30% (Susunaga, 2014); la producción y demolición de viviendas ha generado residuos contaminantes que impactan al medio ambiente y se ven reflejados en los gases efecto invernadero (GEI) medidos por la huella de carbono.

La implementación de nuevas tecnologías en el sector residencial de la construcción según el Consejo Mundial de Construcción Sostenible (CMCS) contribuye hasta en un 40% de consumo energético (Bautista & Loaiza, 2017) y según Restrepo y Cadavid:

La fabricación de los materiales de construcción necesarios para construir un metro cuadrado de una edificación estándar puede suponer la inversión de una cantidad de energía equivalente a aquella producida por la combustión de más de 150 litros de gasolina. Cada metro cuadrado construido conllevaría entonces una emisión media de 0,5 toneladas de dióxido de carbono y un consumo energético de 1.600 kWh (pág. 37).

Además de toda la energía consumida, el sector de la construcción también genera un alto consumo de agua potable en el proceso de producción industrial de los materiales, se calcula que usa aproximadamente el 20% del agua potable del país debido a que este es un componente indispensable en la producción de cemento (Susunaga, 2014). En Colombia se han venido implementando diferentes métodos para disminuir los impactos ambientales generados por el mal manejo de los recursos naturales y en cambio, generar un óptimo aprovechamiento de los materiales para una construcción sostenible.

Antioquia aporta al ambiente el 27,44 % de CO₂ (Caicedo & Manrique, 2017) del país ² generado en actividades de construcción. Entre sus municipios se encuentra Rionegro, el cual tiene condiciones excepcionales tanto en clima como en biodiversidad por su zonas verdes, colinas y montañas formando un atractivo para el desarrollo urbano e industrial; adicional a esto el municipio ocupa el segundo lugar a nivel nacional como la ciudad más importante y generadora del 30% de la energía eléctrica del país, y además aporta gran parte del agua potable al departamento de Antioquia (BID-Ciudades sostenibles, 2019).

Hipótesis

La sustitución de materiales usados en la construcción por eco-materiales en el área residencial de Rionegro, Antioquia, reduce la huella de carbono generada por el proceso de la construcción.

La implementación de las energías renovables por medio de dispositivos o fuentes naturales ayuda a la disminución de las emisiones de CO₂ en el ambiente.

El aprovechamiento de aguas lluvias en una construcción residencial genera una disminución en el impacto ambiental por el dispendio de agua potable en el proceso industrial.

El aprovechamiento de los recursos naturales es una fuente rentable y habitual para las actividades de construcción en la ciudad y para optimizar estos recursos, se pueden emplear energías renovables y tecnologías energéticas tales como la energía fotosintética por innovación y la energía fotovoltaica por eficiencia, además el aprovechamiento del agua lluvia y el uso de eco-materiales provenientes del reciclaje y residuos en la ciudad, pueden reducir las emisiones de CO₂ en el ambiente. Susunaga en el 2014 comenta que el Consejo Mundial de Construcción Sostenible afianza las posibilidades de que el sector de la construcción reduzca hasta en un 30% el consumo energético, en un 35% las emisiones de carbono y en un 50% el consumo de agua, además de reutilizar entre un 50% y 90% los residuos sólidos.

La aplicación de estas energías renovables y el uso de eco-materiales en una casa, prometen el desarrollo de un modelo que cumpla con los estándares de calidad establecidos por la norma ISO 14006 para lograr ser una alternativa de desarrollo sostenible y eficiente aplicada a diferentes proyectos (ISO, 2014).

Objetivos

General

Diseñar el interiorismo sostenible de una casa con eco-materiales, abastecimiento de energías renovables y el aprovechamiento de aguas lluvias que ayude a la reducción de impactos ambientales generados en una construcción ubicada en el municipio de Rionegro, Antioquia.

Específicos

- Categorizar los materiales más adecuados para el desarrollo eficiente de un interiorismo sostenible en una casa del municipio de Rionegro, Antioquia.

- Integrar un sistema de aprovechamiento de aguas lluvias y de dos sistemas energéticos: fotosintético y fotovoltaico para el abastecimiento de una casa sostenible en el municipio de Rionegro, Antioquia

- Plantear un modelo de casa digital con los materiales seleccionados de interiorismo sostenible en el municipio de Rionegro, Antioquia.

Capítulo 1. Marco Teórico

Antecedentes

A continuación, se relacionan patentes de sistemas y dispositivos que establecen los antecedentes del presente proyecto

Luz Fotovoltaica Modular y Cubo de Energía: Sistema de generación de energía solar fotovoltaica portátil fija y modular con almacenamiento y suministro de luz, consta de una estructura geométrica alargada de base y laterales planos, las matrices de paneles solares, mástil telescópico y ensamblaje de luces se retraen a donde los límites pueden quedar definidos la geometría. Su diseño modular permite almacenar, cargar y transportar rápida y eficientemente; su sistema permite apilarse y tomar altura para mayor aprovechamiento de energía. (México Patente n° 2018005919, 2019)

Sistema para Incrementar la Potencia Fotovoltaica:

Permite aumentar el aprovechamiento de energía solar con tres elementos principales. Al mantener las células fotovoltaicas perpendiculares se incrementa la cantidad de Energía recibida, a su vez el sistema de enfriamiento proporcionado por agua que fluye en canales de policarbonato ubicados en la parte superior del panel, el agua puede tener un Segundo uso como sistema de hidropónicos para calefacción de biogás. (México Patente n° 2017008085, 2019)

Plataforma integral para el aprovechamiento del agua en el medio rural: Dispositivo para captación y almacenamiento de agua en depósito subterráneo fines de regadío en cultivos de todo tipo y alimentación de ganado. La Energía se da por medio de paneles solares y eólicos para

una alimentación complementaria a los diferentes puntos de consumo. (España Patente n° 2019, 7 2019)

Viviendas de Interés Social y Prioritarios Sostenibles en Colombia – VISS y VIPS:

América Latina es un continente altamente poblado y la mayor parte de esta población carece de una vivienda, Colombia ha implementado proyectos habitacionales masivos, esto implica un incremento considerable en materiales y energía. Se pretende una construcción de edificios a mediano plazo, ventilación e iluminación natural, adecuado consumo de agua, implementación de eco-materiales. (Bedoya, 2011)

Edificaciones Sostenibles Estrategias de Investigación y Desarrollo: La necesidad de resolver los problemas actuales de los habitantes , sin comprometer las futuras generaciones enfrentando una modificación directa al medio ambiente, los ingenieros y arquitectos señalan características fundamentales del concepto de sostenibilidad permitiendo una ecoeficiencia en las edificaciones.(Acosta & Cilento, 2005)

Colombia: Territorio de Inversión en Fuentes no Convencionales de Energía

Renovable para la Generación Eléctrica: Artículo que muestra los diferentes resultados de panorama de sector eléctrico, llevando a la inclusión de Fuentes No convencionales de Energía Renovable (FNCER) a corto y mediano plazo en Colombia. (Ñustes & Rivera, 2016)

Análisis de Alternativas para la Potabilización de Agua Lluvia para Uso Doméstico en Zonas Rurales de Colombia: El agua Lluvia como Fuente abastecedora de agua potable se encuentra en estudios a nivel mundial, la falta de este recurso vital es una problemática que Colombia también padece principalmente en su zona rural, por ser zonas de población dispersa, no contar con alcantarillado y acueducto, por esta razón se analizan diferentes alternativas tanto a

nivel nacional como internacional con el fin de ser una alternativa para quienes requieran una fuente potable.(Cure & Gómez, 2020) 8

El Reciclado de Barro Cocido como Agregado en el Diseño de Mezclas Asfálticas por el Método Marshall: El uso del barro cocido ha sido muy variado, pero estos sistemas de elaboración de artículos provocan que los residuos no puedan ser reutilizados en su totalidad. Aplicando un método de diseño de mezcla asfáltica por el ingeniero Bruce Marshall que permite obtener un óptimo asfalto para cualquier tipo de agregado, lo cual es un gran aporte en la reutilización de materiales.(López, 2014)

Electricidad a Partir de Plantas Vivas: Investigación donde se logra obtener 6.76 voltios en promedio, usando ocho celdas biológicas de cuatro especies diferentes e plantas (Geranio, Maíz, Fitonia y Corazón de Jesús), las celdas son fabricadas con electrodos (Zinc y Cobre) como ánodo y cátodo, durante 30 días en tres diferentes horas del día.(Rojas Flores et al., 2018)

Energía Celdas de Combustible Microbianas: Producción de energía a partir de Celdas de Combustible Microbiana (CCM), tiene como finalidad la obtención de energía eléctrica a través de microorganismos que convierten la energía química en eléctrica. La plantas producen energía de forma permanente, se toma el registro de cuatro plantas (Árbol de la abundancia, Bugambilia, Menta, Vicaria).(Góngora Molina et al., 2017)

Sostenibilidad y Calidad en Construcción.

Los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) fueron aprobados por la Asamblea general de las Naciones Unidas para erradicar la pobreza y solucionar los diferentes problemas del cambio climático a nivel mundial (ODS, 2015). De estos objetivos hay 6 en específico que se enfatizan en el control y vigilancia hacia el sector de la construcción. Los anteriores son mencionados a continuación:

- Objetivo N°7. Energía asequible y no contaminante.
- Objetivo N°9. Industria, innovación e infraestructura.
- Objetivo N°11. Ciudades y comunidades sostenibles.
- Objetivo N°12. Producción y consumo sostenibles.
- Objetivo N°13. Acción por el clima.
- Objetivo N°15. Vida de ecosistemas terrestres.



Figura 1. Objetivos del Desarrollo Sostenible. ODS, 2020.

En Colombia se expidió la ISO 14006 por el Comité Técnico de Normalización de Documentación (AEN/CTN) 150 de Gestión ambiental en el año 2014. Estos estándares de calidad aplican para el sector de la construcción, especialmente para el ecodiseño con el objetivo de disminuir el impacto ambiental que generan las empresas en el proceso industrial, durante el diseño del producto, en su fabricación y en el proceso de distribución (ISO, 2014).

Se busca integrar el ecodiseño como parte de un Sistema de Gestión Ambiental u otro Sistema de Gestión, estructurando de forma clara todos los procesos y los procedimientos adecuados para dicho fin.

Materiales para la Estructura.

- **Hormigón celular:** Este material es una mezcla de arena silícea finamente molida, cemento, cal, anhidrita y agua en las proporciones indicadas en la tabla 1, adicional, se utiliza polvo el aluminio el cual sirve como aireante.

Tabla 1.**Materiales del hormigón**

Materiales	% peso
Arena Silícea	40
Cemento	9
Cal	9
Anhidrita	1.5
Polvo de aluminio	0.5
Agua	40

El hormigón celular sólo tiene aplicación en el sector de la construcción mediante elementos prefabricados. El polvo de aluminio según su cantidad es quien determinará la densidad del material, gracias al hidrógeno que crea huecos esféricos en la masa.

Tabla 2**Características físicas del hormigón celular.**

Características físicas del hormigón celular	Valor
Calor específico W.h/Kg. °K	0.28
Conductividad térmica en w/m. °K	0.11–0.20
Dilatación térmica en mm/m	0.008
Punto de fusión en °C	1.100–1.200
Módulo de elasticidad E en Kg/cm ²	14.000-30.000
Absorción del agua en g/dm ³ máxima de 24	210
Retracción en mm/m	0.15-0.45
pH	9-10

Su comportamiento al fuego es de excelente respuesta lo que facilita la protección de estructura metálica al ser un material no combustible con baja conductividad térmica, tiene una resistencia mecánica de 3 a 10 MPa y su aislamiento acústico es superior al hormigón normal, lo que traduce a una menor reverberación y por consiguiente en un mayor confort. No es un material apto para tener contacto permanente con el agua. Sin embargo, si se va a tener en una zona de elevada pluviometría se aconseja aplicar revestimiento (pintura y revestimiento delgado de plástico) (Peña & Zambrano, 2010).

- **Termoarcilla:** Es un bloque cerámico de componente granulares con baja densidad, estos se gasifican durante su cocción a una temperatura de 850°C sin residuos. Debido a su geometría es un producto que reúne características singulares como su comportamiento mecánico y aislamiento acústico

Su comportamiento con el agua lluvia es mejor que otros materiales por su interrupción en la red capilar de la cerámica por los macroporos, aunque como todo material se sugiere una buena

impermeabilización externa (Rodríguez & Isidro, 2009). El proceso de fabricación del bloque 13
Termoarcilla es similar al de cualquier material cerámico (ladrillos, tejas, bovedillas, etc.)
exceptuando la adición de componentes granulares en la masa arcillosa.

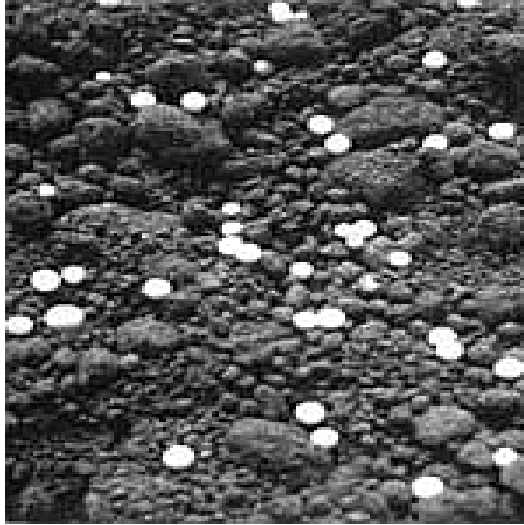


Figura 2. Termoarcilla. Fuente: (HISPALYT, 2018)

Estos componentes granulares que se añaden a la masa arcillosa, como se observa en la Figura 2, suele ser de poliestireno expandido (Porex pan) o residuos vegetales. Los bloques de termoarcilla tienen un aspecto punteado y su diseño permite una adecuada acomodación para el ahorro de mortero. Su diseño interno ayuda al fácil agarre del bloque para su acomodación, además de que permite conseguir un aislamiento acústico y térmico en la construcción.

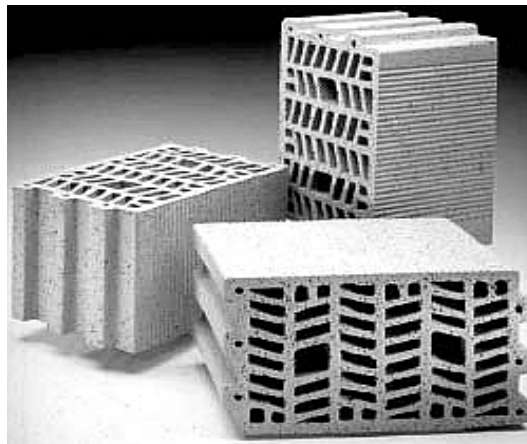


Figura 3: Bloque de Termoarcilla. (HISPALYT, 2018)

La pieza principal para el desarrollo de los muros denominada pieza base, tiene las medidas modulares de 30 cm de longitud y 19 cm de altura, presentándose con varios espesores (14, 19, 24 o 29 cm). El espesor de la pieza coincide con el del muro, pues normalmente se construyen muros de una sola hoja como se muestra en la imagen 4.

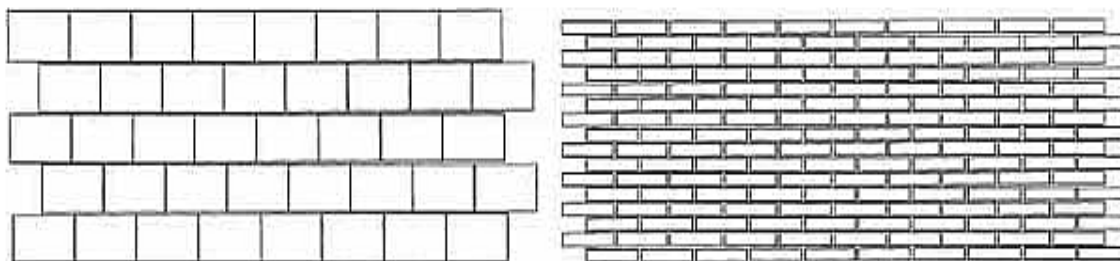


Figura 4. Pared Bloque de Termoarcilla. (HISPALYT, 2018)

Su diseño de machihembra permite la reducción de mortero en la junta vertical mejorando el rendimiento de la obra.

Con respecto a la reacción ante el fuego, la termoarcilla está clasificada como M 0, pues un bloque termoarcilla no emite gases ni humos en contacto con la llama y su resistencia es alta para cualquier espesor de muro como se aprecia en la Tabla 3.

Los muros construidos con Termoarcilla son más resistentes al fuego que muros construidos con otros materiales (HISPALYT, 2018).

Tabla 3

Comportamiento con el fuego.

Espesor del bloque	14	19	24	29
Resistencia al fuego	RF 180	RF 180	RF 240	RF 240

Nota: Los muros deben de tener un recubrimiento de 1.5 cm por ambas caras de yeso o estuco.

La construcción de paredes en este material, mejora en 2 decibelio (dB) su comportamiento respecto a otras de masa equivalente, ya que la porosidad reduce el módulo de elasticidad de la arcilla cocida, cuanto mayor es el espesor del muro más aislante acústico será.

Los valores de aislamiento a ruido en decibelio A (dBA) son mayores en muros por una cara con 15 mm de mortero de cemento y por la otra cara con 15 mm de yeso (HISPALYT, 2018) como se encuentran recogidos en la Tabla 4.

Aislamiento a ruido en decibelio A (dBA)

Espesor del bloque (cm)	14	19	24	29
Aislamiento a Ruido Aéreo (dBA)	46,0	47,5	50,0	52,5

En la Tabla 5 se recogen los coeficientes de transmisión de calor K, así como las conductividades térmicas equivalentes (λ_{eq}) de muros fabricados con bloques de termoarcilla de distintos espesores con un enfoscado exterior de cemento de 1,5 cm de espesor y un enlucido de yeso interior de 1,5 cm de espesor.

Tabla 5

Coefficientes de transmisión de calor

Espesor de bloque (cm)	14	19	24	29
K (Kcal/h.°cm ²)	1,20	0,97	0,81	0,70
λ_{eq} (Kcal/h.°cm)	0,25			

El comportamiento térmico de un muro de termoarcilla permite una temperatura interior estable y un máximo confort, en invierno, el muro termoarcilla acumula calor en las horas en que luce el sol y lo distribuye a lo largo del día. De este modo minimiza las necesidades de calefacción del edificio y evita el enfriamiento nocturno.

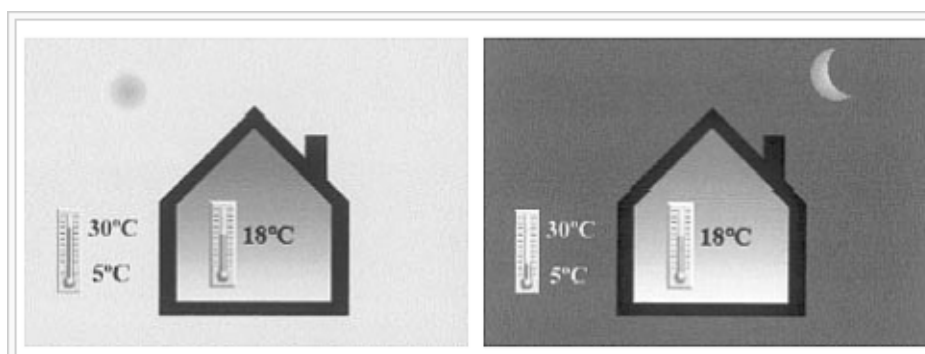


Figura 5. Impedancia Térmica Z. (HISPALYT, 2018)

Las diferentes piezas de bloque de termoarcilla son para el uso en diferentes locaciones de la construcción, la pieza principal para el desarrollo de los muros, denominada pieza base, tiene unas medidas modulares de 30 cm de longitud y 19 cm de altura, presentándose con varios espesores (14, 19, 24 o 29 cm) como se presenta en la Figura 6.

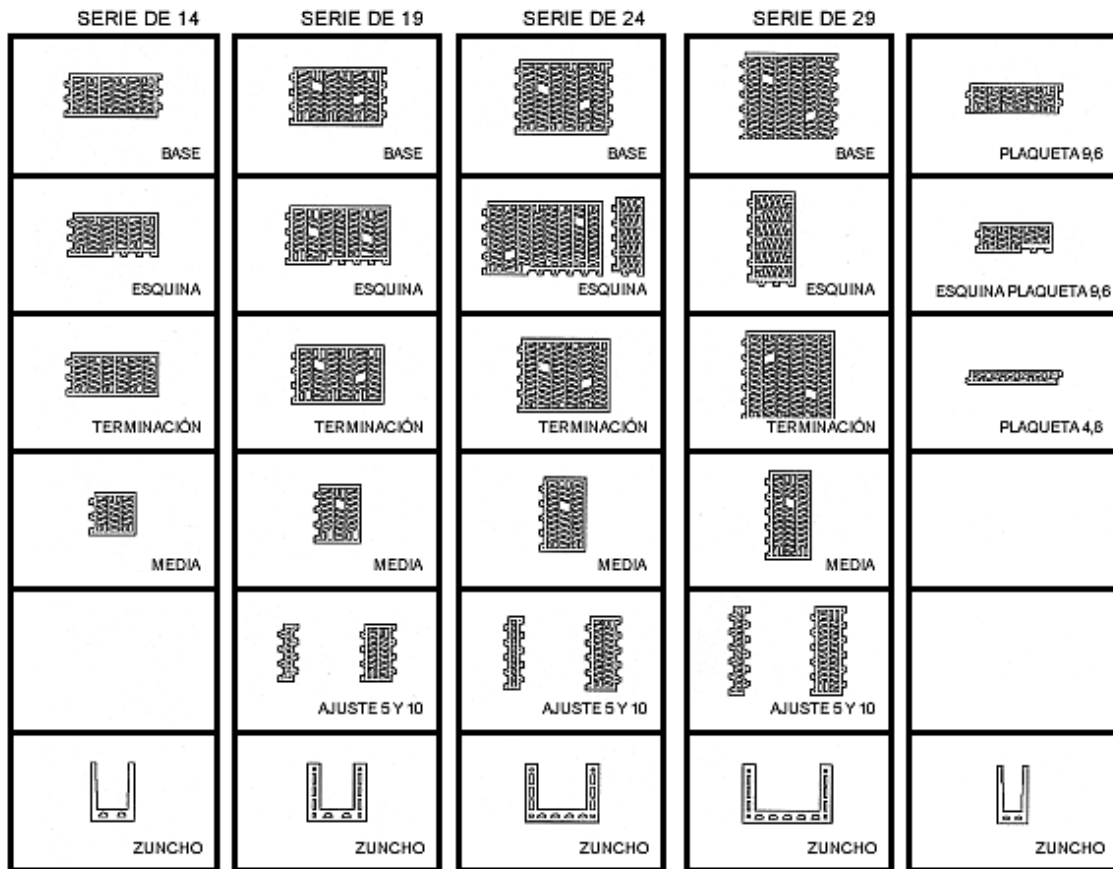


Figura 6. Tipos de series (HISPALYT, 2018)

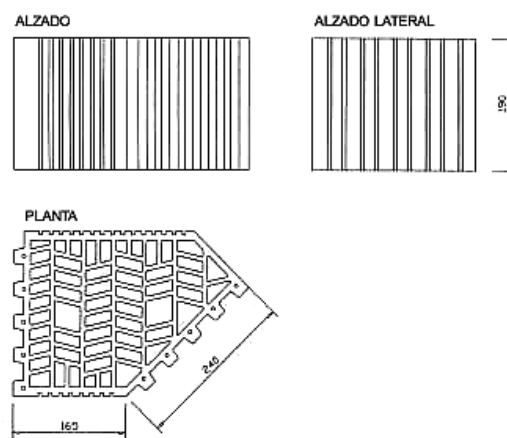


Figura 7. Unión de muros para ángulo de 135° (HISPALYT, 2018)

obtienen a partir de la mezcla de tierra (82,75%), arena (6,20%) y cemento (11,03%), para luego ser compactada. La maquinaria utilizada para la compactación es conocida como prensa o bloquera; la más conocida es la CINVARAM (Figura 8) que tiene una caja metálica de 16 cm de alto, 29 cm de largo y 14 cm de ancho, una vez que se hace el proceso del bloque, este es sacado del molde y trasladado para el curado o secado, en el que puede durar de dos días a una semana, dependiendo del contenido de humedad que presente el bloque luego de la compactación. Las dimensiones de los bloques son 9.5 x 14 x 29 cm (Figura 9). Además, se puede realizar tableta de tierra comprimida estabilizada, con dimensiones 5.5 x 14 x 29 cm (Figura 10).

Otros materiales constructivos de tierra son los pañetes estabilizados con fibra natural, que le dan a las estructuras acabados estéticos y duraderos (Figura 11) (Arteaga et al., 2011).

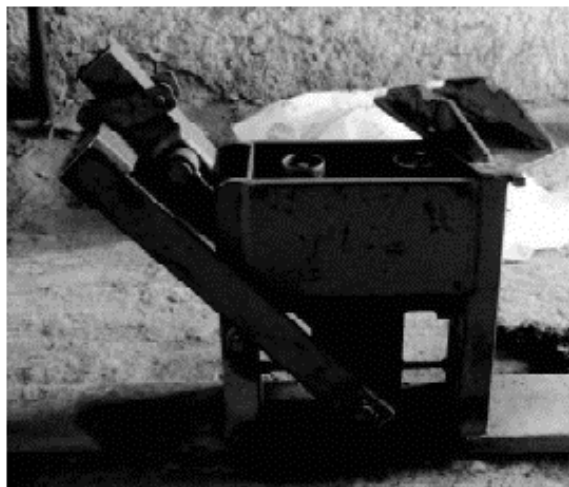


Figura 8. Máquina CINVA-RAM (Medina Arteaga et al., 2011)

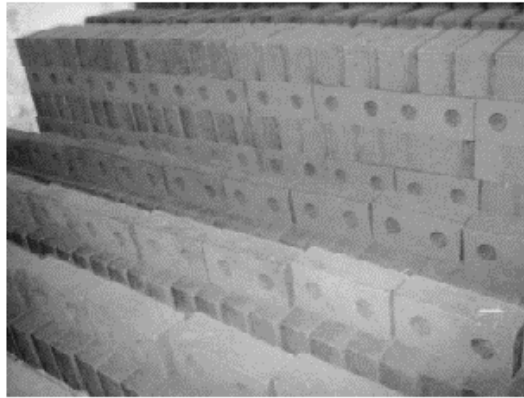


Figura 9. Bloques de Tierra Perforados. (Medina Arteaga et al., 2011)

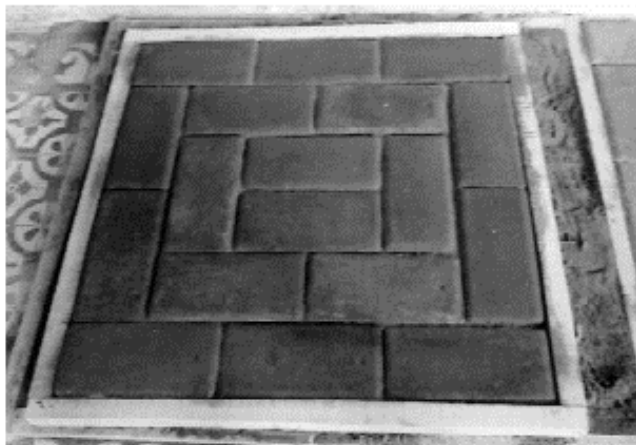
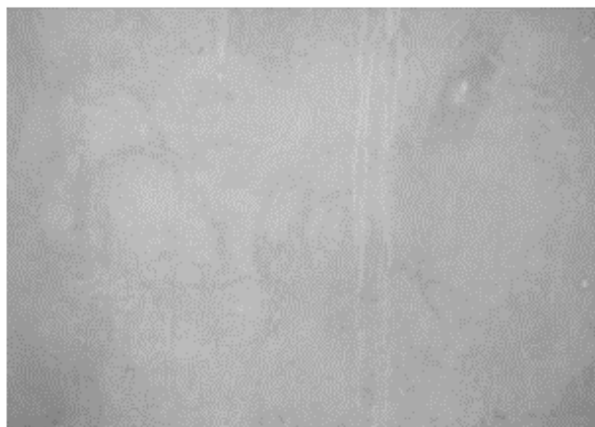


Figura 10. Tableta de Tierra Comprimida. (Medina Arteaga et al., 2011)



Guadua: Pertenece a la familia gramínea, es decir un pasto gigante de la misma familia del maíz, del arroz y del trigo; es la especie vegetal de más rápido crecimiento; puede crecer en promedio 10 cm diarios; se puede utilizar a los 4 años de sembrada cuando ya está madura y es apta para su uso en construcción, tiene alturas hasta de 25 metros y diámetros entre 10 y 25 cms. Sus entrenudos tienen paredes hasta de 2 cms. de espesor (Guerra, 2012)

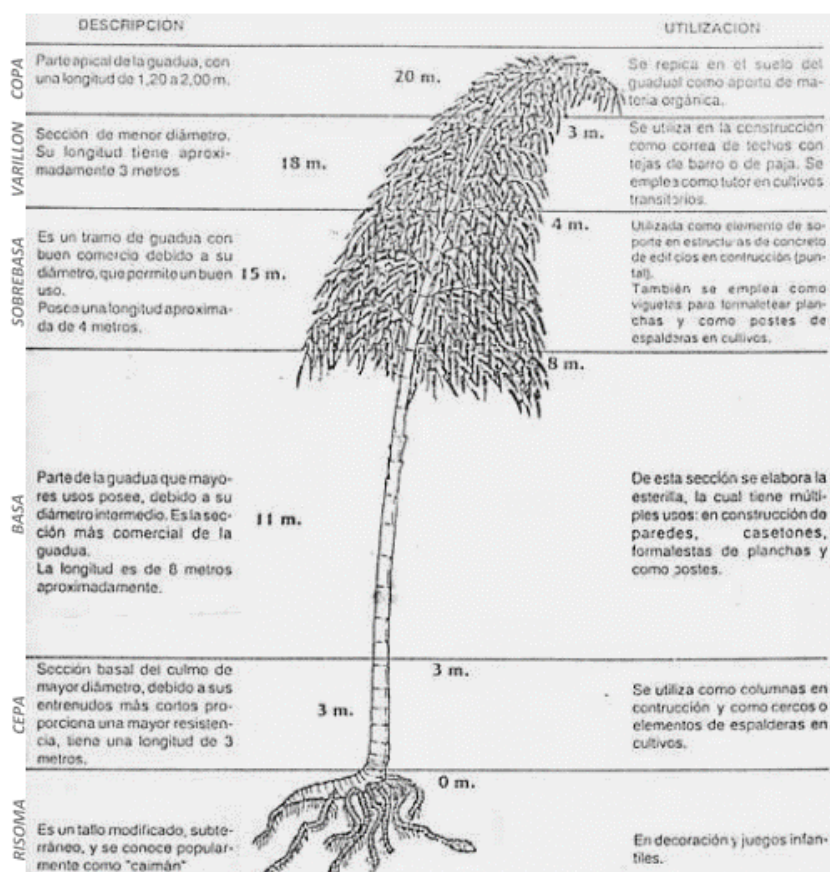


Figura 12. Morfología de la Guadua. (Guerra, 2012)

La guadua está compuesta por las raíces que son el sistema radicular formado por raíces, raicillas y por los rizomas; por el tallo, alcanza una altura entre 15 y 25 metros. Es leñoso, recto ligeramente arqueado en la punta, y está formado por muchos nudos; por hojas caulinares, protegen al tallo y sus yemas durante su crecimiento inicial los primeros meses; hojas de follaje,

ubicadas en las ramas varían entre 8 y 20 cm, y su ancho está entre 1,5 y 3,5 cm; flores 22
dispuestas en grupos, en los extremos de las ramas; semillas, se asemejan a granos de arroz, por
su forma, tamaño y cubierta; y por ultimo las yemas, están presentes en el tallo y favorecen la
reproducción y propagación vegetativa.

El proceso de caracterización, transporte y uso se explican en las siguientes Figuras:

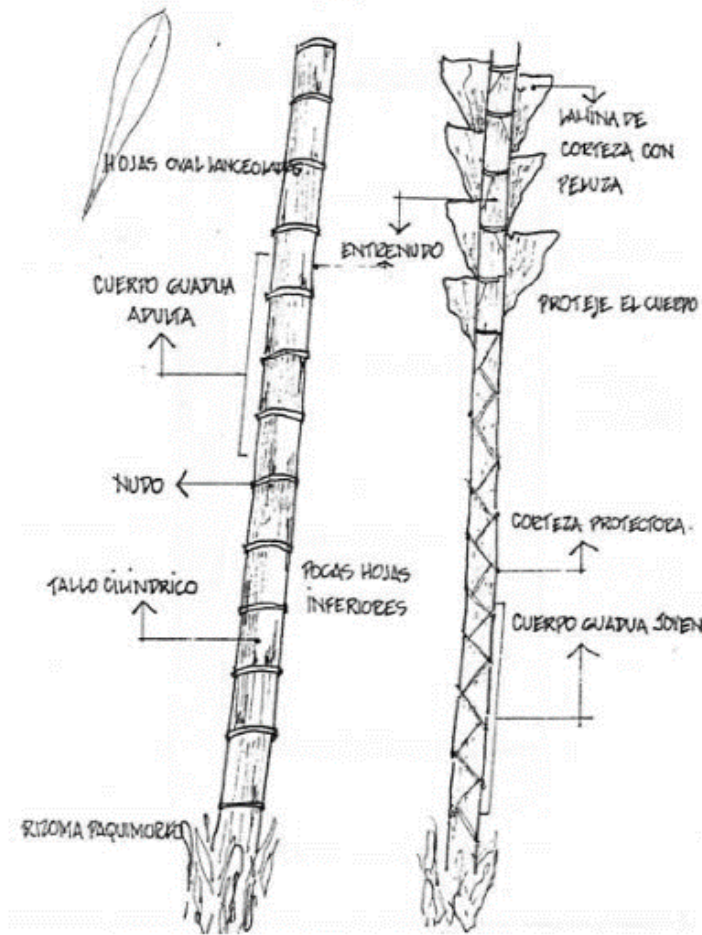


Figura 13. Características generales de la Guadua. (Guerra, 2012)

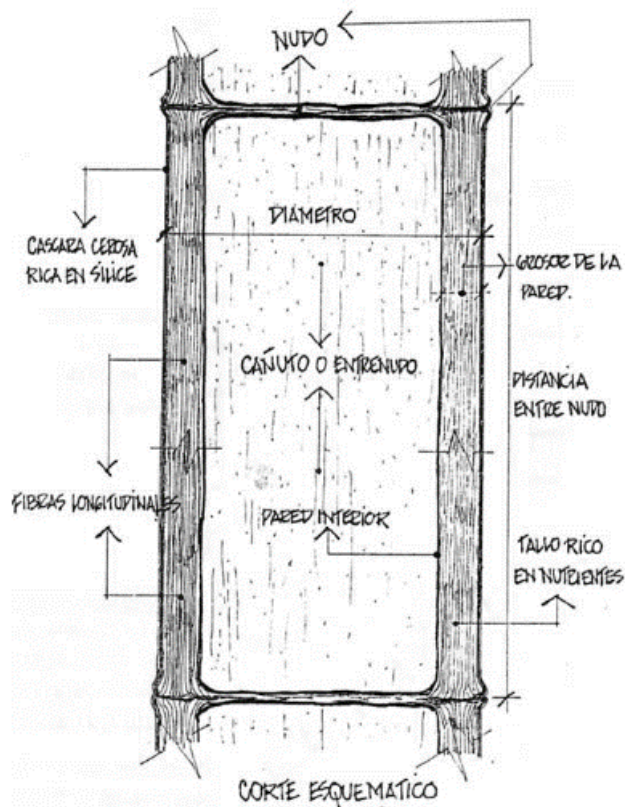


Figura 14. Características generales de la Guadua. (Guerra, 2012)

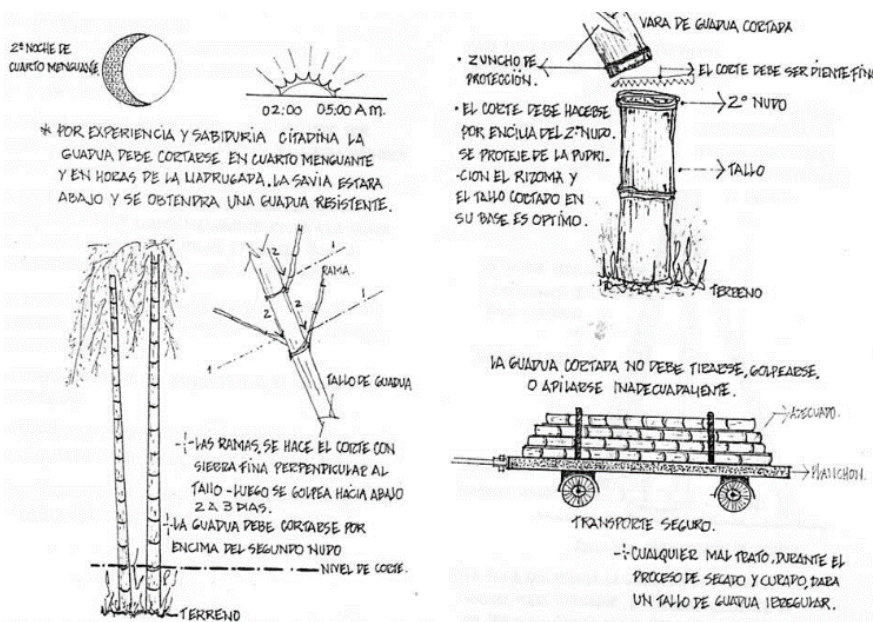


Figura 15. Corte de la Guadua. (Guerra, 2012)

En la construcción la guadua no puede estar en contacto directo con el suelo, o sea con 24 materiales como concreto o mampostería, por esto, siempre va apoyado de un material impermeabilizante o un separador de metal, estos sirven para anclar columnas formadas de una o más guaduas como se muestra en la Figura 16 y 17.

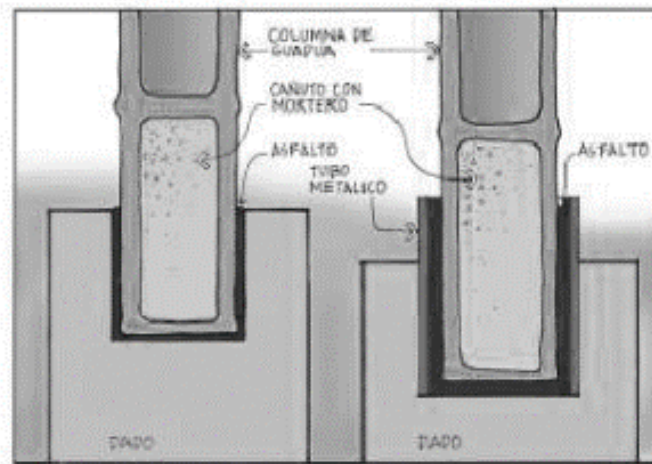


Figura 16. Uniones de la Guadua. (Guerra, 2012)

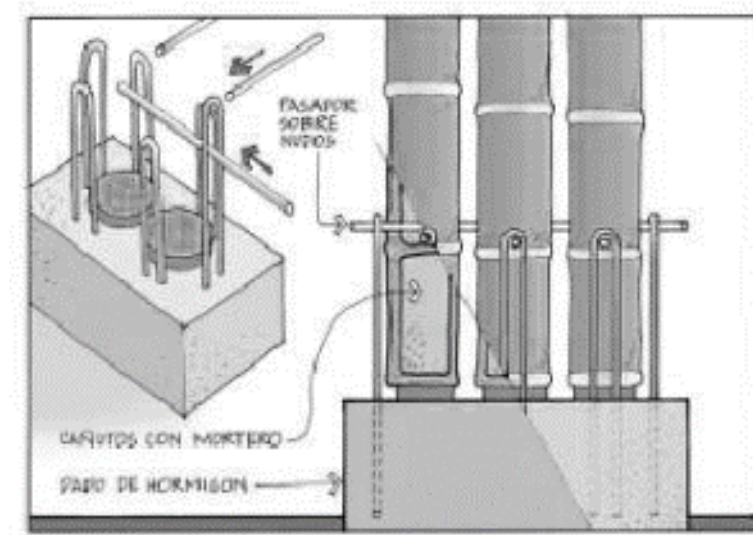


Figura 17. Uniones de la Guadua. (Guerra, 2012)

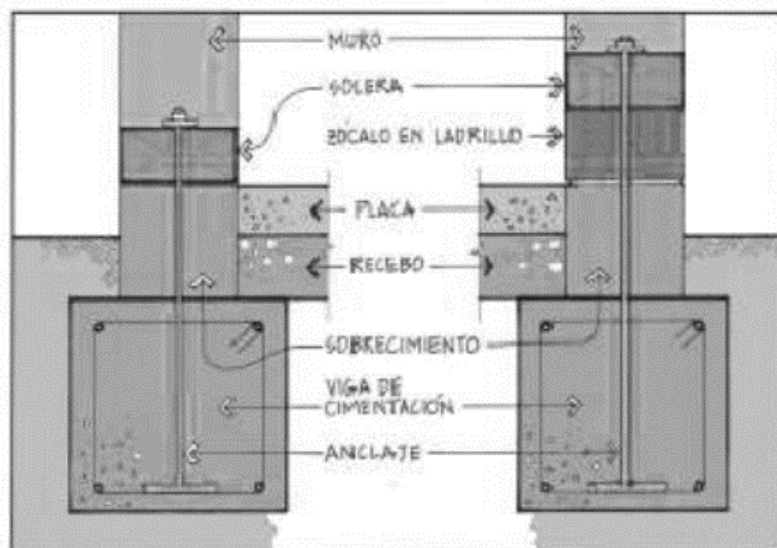


Figura 18. Uniones de la Guadua. (Guerra, 2012)

Muros de bahareque: El bahareque se compone de un esqueleto en material vegetal relleno con tierra. Los esfuerzos constructivos aplicados en estado plástico sobre la tierra son absorbidos por el esqueleto o estructura. Se puede decir que el bahareque consiste en una estructura de pies derechos de madera que se empotran a la cimentación o al suelo natural, a la cual se le fijan travesaños de caña, pero de menor sección, con separaciones de entre cañas de 80 y 120 mm. Posteriormente se incorpora el tejido de varas, cañas, carrizos u otro tipo de bambúseas que, según su diámetro, se pueden entramar enteras o seccionadas en toda su longitud. En el proceso de construcción con bahareque deben usarse materiales que no estén en mal estado o deterioro, por lo general como forma de sellado se utiliza cal. (Arteaga et al., 2011)

Tapia: Este material también llamado tapial, utiliza tierra usada para un estado óptimo de compactación debe de ser cernida para quitar las rocas de gran tamaño que pueden alterar las características de los muros o bloques construidos; los rangos de humedad que se requieren para elaborar tapias giran en torno a un valor de 10%, “La tierra compactada a mano se puede dejar caer sobre una superficie firme desde una distancia de aproximadamente un metro. Si la bola se

rompe, el contenido de humedad es adecuado, si no, hay demasiada humedad presente”, al compactarlo los muros deben de formar capas entre 15 a 25 cm de espesor. (Arteaga et al., 2011) 26

Materiales Aislantes.

Fibras vegetales como el cáñamo: El alto crecimiento del sector de la construcción ha implicado el desarrollo de aislantes acústicos y térmicos, buscando continuamente reducir el ruido y mejorar el confort.

El cáñamo se utiliza para diversas matrices termoestables, principalmente porque las fibras naturales son más livianas que las de vidrio o carbono. (Velasquez et al., 2016)

Impermeabilizantes.

Harina de llanta: La harina de llanta es el resultante después del reciclaje de residuos de neumáticos. El nombre "harina" especifica claramente su tamaño, que está entre 0,1 y 1 milímetro, la harina de llanta se utiliza en la fabricación de paneles aislantes y sellos (Silvia, 2020)

Instalaciones.

Acero inoxidable: Los aceros inoxidables son muy importantes en la construcción de equipos para la industria de procesos y para la edificación, estos aceros se usan en lugar de los convencionales por sus excelentes propiedades tales como: resistencia a la corrosión, dureza a baja temperatura y buenas propiedades a alta temperatura.

Los aceros inoxidables tienen una conductividad térmica inferior a la de los aceros al carbono, lo que conduce, en términos comparativos, a gradientes de temperatura más pronunciados y mayores deformaciones permanentes.

El soldeo como aplicación a este material, presenta una difusión más lenta del calor a través del metal permitiendo que esta mantenga el calor por más tiempo además de que al enfriarse, el material queda más resistente (Silvia, 2020) 27

Aluminio: Este material reciclado tiene ligereza y resistencia a la carga, alta resistencia a la corrosión, buena conductividad, es impermeable, no es tóxico, es inodoro y fácil de reciclar. Su aleación más común (6061-T6) tiene una resistencia al esfuerzo de 35 ksi (250 MPa) la cual es muy parecida al acero A36 (Zamudio, 2017)

Acabados y Cubiertas.

Teja asfáltica ondulada: Teja asfáltica laminada doble, de mayor resistencia y duración que las tejas tradicionales. Tiene un atractivo diseño, con mayor volumen y fino sombreado, características que le dan una gran belleza y apariencia natural. Producto garantizado por 30 años.

Pinturas exteriores de silicato potásico: El grafeno es un estado alotrópico del carbono, es decir, uno de los modos en los cuales se organizan los átomos (David, 2019)

La pintura para exterior natural con grafeno potencia la capacidad de controlar los agentes contaminantes absorbiendo 4,8 kilogramos de CO₂, en interiores también ayuda a purificar el ambiente, además, el producto es antibacteriano, antimoho y antihongos (Graphenstone, n.d.)

Arquitectura Bioclimática

Siendo el sol la principal fuente energética que afecta al diseño bioclimático, es importante tener una idea de su trayectoria en las distintas estaciones del año.

Como se sabe, la existencia de las estaciones está motivada porque el eje de rotación de la tierra no es siempre perpendicular al plano de su trayectoria de traslación con respecto al sol, sino que forma un ángulo variable dependiendo del momento del año.

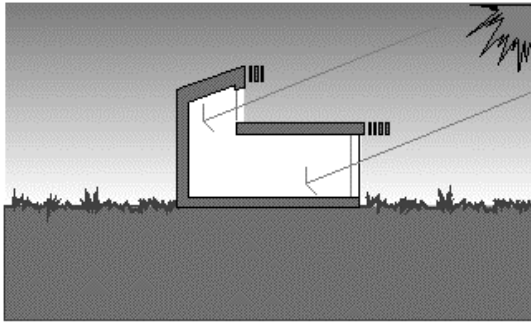
Radiación directa, difusa y reflejada: La energía solar incidente en una superficie terrestre se manifiesta de tres maneras diferentes: La radiación directa es, como su propio nombre indica, la que proviene directamente del sol, la radiación difusa es aquella recibida de la atmósfera como consecuencia de la dispersión de parte de la radiación del sol en la misma y la radiación reflejada es, como su propio nombre indica, aquella reflejada por la superficie terrestre. La cantidad de radiación depende del coeficiente de reflexión de la superficie, también llamado albedo. (Macías, 2014)

Formas de transmisión del calor: Es importante tener presentes los mecanismos de transmisión del calor para comprender el comportamiento térmico de una casa. Microscópicamente, el calor es un estado de agitación molecular que se transmite de unos cuerpos a otros de tres formas diferentes: por conducción, el calor se transmite a través de la masa del propio cuerpo; por convección, si se considera un material fluido (en estado líquido o gaseoso), el calor, además de transmitirse a través del material (conducción), puede ser "transportado" por el propio movimiento del fluido y por radiación, todo material emite radiación electromagnética, cuya intensidad depende de la temperatura a la que se encuentre. (Macías, 2014)

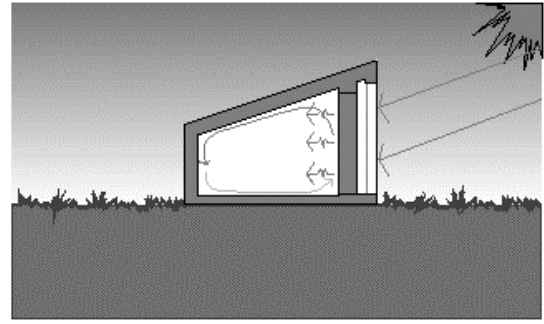
Efecto invernadero: Es el fenómeno por el cual la radiación entra en un espacio y queda atrapada, calentando, por tanto, ese espacio. Se llama así porque es el efecto que ocurre en un invernadero, que es un espacio cerrado por un acristalado. El efecto invernadero es el fenómeno utilizado en las casas bioclimáticas para captar y mantener el calor del sol. (Macías, 2014)

Efecto climático del suelo: El suelo tiene mucha inercia térmica, lo que amortigua y retarda las variaciones de temperatura, entre el día y la noche, e incluso entre estaciones. La amortiguación de temperatura que se produce depende de la profundidad y del tipo de suelo. Para amortiguar las variaciones día - noche el espesor debe ser de 20 - 30 cm, para amortiguar las variaciones entre días de distintas temperaturas, espesor de 80 a 200 cm, y para amortiguar variaciones invierno - verano, espesores de 6 - 12 m. (Macías, 2014)

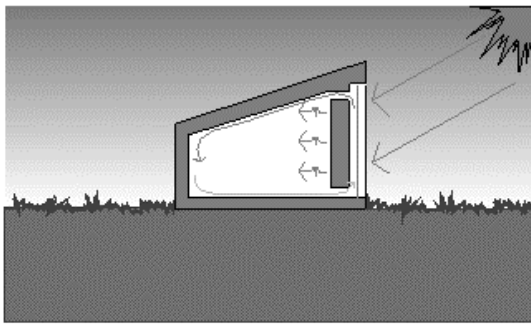
Captación solar pasiva: La energía solar es la fuente principal de energía de climatización en una vivienda bioclimática. Su captación se realiza aprovechando el propio diseño de la vivienda, y sin necesidad de utilizar sistemas mecánicos. La captación hace uso del llamado efecto invernadero, según el cual la radiación penetra a través de vidrio, calentando los materiales dispuestos detrás suyo; el vidrio no deja escapar la radiación infrarroja emitida por estos materiales, por lo que queda confinada entonces en el recinto interior. Los materiales, calentados por la energía solar, guardan este calor y lo liberan, posteriormente, atendiendo a un retardo que depende de su inercia térmica. Para un mayor rendimiento, es aconsejable disponer de sistemas de aislamiento móviles (persianas, contraventanas, etc.) que se puedan cerrar por la noche para evitar pérdidas de calor por conducción y convección a través del vidrio. (Macías, 2014)



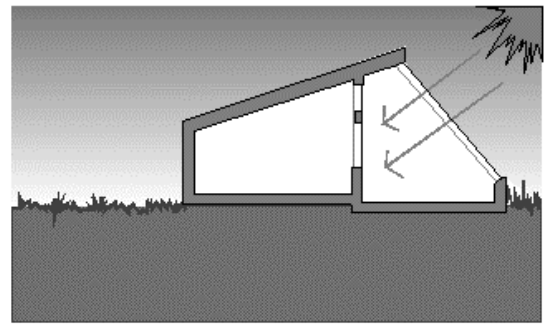
Ganancia directa



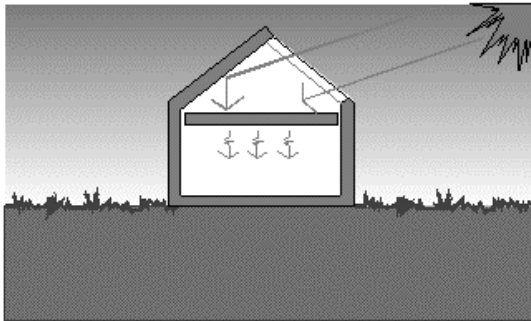
Muro de acumulación no ventilado



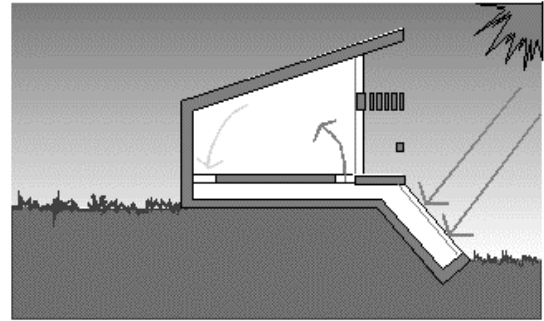
Muro de acumulación ventilado



Invernadero adosado



Techo de acumulación



Captación solar y acumulación calor

Figura 19. Captación Solar. (Macías, 2014)

Ventilación. En una vivienda bioclimática, la ventilación es importante y tiene varios usos 31

usos:

- Renovación del aire, para mantener las condiciones higiénicas. Un mínimo de ventilación es siempre necesario.
- Incrementar el confort térmico en verano, puesto que el movimiento del aire acelera la disipación de calor del cuerpo humano (Macías, 2014)

Climatización. El aire en movimiento puede llevarse el calor acumulado en muros, techos y suelos por el fenómeno de convección. Para ello, la temperatura del aire debe ser lo más baja posible. Esto es útil especialmente en las noches de verano, cuando el aire es más fresco. (Macías, 2014)

Infiltraciones. Es el nombre que se le da a la ventilación no deseada. En invierno, pueden suponer una importante pérdida de calor. Es necesario reducirlas al mínimo. (Macías, 2014)

En la actualidad, para construir casas o edificios se utilizan materiales con ciertos elementos que pueden ser perjudiciales para la salud y el ecosistema. Lo que se busca con la bioconstrucción es proporcionar hogares cómodos, saludables y de bajo impacto ambiental; este tipo de construcción se caracteriza por utilizar materiales amigables con el medio ambiente, por implementar sistemas de ahorro energético, reducir el impacto ambiental, aprovechar los recursos naturales y reducir el mantenimiento de la vivienda.

Aprovechamiento de Aguas Lluvias

El agua es el elemento más abundante del planeta, pero, solo una parte es apta para el consumo humano. El 97,5% es agua salada y está presente en los océanos. El 2,5% restante es agua dulce y está en su mayoría contenida en los polos, quedando sólo el 0,3% de esta agua, con disponibilidad potencial para el uso humano, gracias a que proviene de fuentes superficiales como lagos y quebradas (Cure & Gómez, 2020)

El consumo acelerado del agua potable la cual está definida por el Gobierno de Colombia como aquella que por sus características físicas, químicas y microbiológicas no representa riesgos a la salud humana en su consumo (bebida directa, preparación de alimentos o higiene personal) (Colombia, 2018) está sufriendo una carencia en el saneamiento básico e higiene para las comunidades, la potabilización de este servicio es escasa para muchas regiones del país, principalmente por la escasez de recursos. En el ENA 2014 se habían identificado 318 municipios y en ENA 2018 Se priorizan 391 municipios susceptibles a desabastecimiento en el territorio Nacional, distribuidos en 24 departamentos, de los cuales, tienen afectación en al menos el 50% de sus municipios: La Guajira, Magdalena, Cesar, Tolima, Bolívar, Quindío, Santander, San Andrés y Providencia y Valle del Cauca (Ambiente & IDEAM, 2018)

En Colombia el agua lluvia permite que esta sea una fuente potencial de abastecimiento en las zonas rurales donde no se cuenta con acueducto. El promedio de precipitación en Colombia es de 2.918 mm/año y la esorrentía es de 56,2 l/s.km² en términos de rendimiento promedio. Estos valores son muy superiores a los promedios mundiales, en especial el valor de la

escorrentía, donde el promedio mundial es de 10 l/s.km² y el promedio latinoamericano es de 33 21 l/s.km² (Cure & Gómez, 2020)

Captación: Se da en la superficie utilizada para la recolección de agua lluvia. Es muy importante que los materiales con que están construidas estas superficies no alteren la calidad de agua captada o resten eficiencia en el tratamiento con aporte de contaminantes como se observa en la Figura 20.



Figura 20. Superficies de Captación de Agua Lluvia. (Cure & Gómez, 2020)

Recolección: Comprende el conjunto de canaletas ubicadas en todo el perímetro de la superficie de captación o recolección de agua lluvia (Figura 21). En ella se deben tener en cuenta las mismas consideraciones establecidas para los materiales en la fase de captación. Es importante considerar durante el diseño y la instalación de estos sistemas, que la velocidad del agua no debe superar 1m/s (Cure & Gómez, 2020)



Figura 21. Captación de Agua Lluvia. (Cure & Gómez, 2020)

Estas son fuentes de energía limpias e inagotables y a medida que evolucionan las tecnologías se convierten en crecientes competitivas. Se diferencian de los combustibles fósiles principalmente en su diversidad, abundancia y potencial de aprovechamiento en cualquier parte del planeta, pero sobre todo en que no producen gases de efecto invernadero –causantes del cambio climático- ni emisiones contaminantes.

En este proyecto se estudiarán dos tipos de energía renovable:

Energía Fotovoltaica

En Colombia la alta demanda de energía ha sido base para la explotación de la energía solar, ya que cuenta con un potencial positivo de energía solar fotovoltaica frente al resto del mundo; aunque se presentan variaciones, los datos evidencian que en todo el territorio el promedio de irradiación solar es alto. El mayor potencial en Colombia se encuentra en las regiones de la Costa Atlántica y Pacífica, la Orinoquía y la Región Central.

Actualmente se encuentra el Atlas de Radiación Solar, Ultravioleta y Ozono de Colombia, el cual busca mostrar e informar por medio de estaciones meteorológicas (información radiométrica) la disponibilidad de energía solar en el territorio nacional en cuanto a radiación solar global, insolación y brillo solar. Cuenta con 550 estaciones automáticas satelitales y convenciones localizadas en la extensión de país, de las cuales: 71 son directas, 383 se dedican a realizar medidas rutinarias de brillo solar y 96 se dedican a realizar mediciones (Gómez et al., 2017)

La energía solar fotovoltaica actualmente es la segunda fuente de energía renovable más utilizada o implementada en el mundo, después de la Eólica. Esto se debe a que brinda soluciones a un sin número de problemáticas en este sector.

Energía Fotosintética

Todos los organismos vivos necesitan de energía para vivir. La mayor parte de esta energía procede del Sol, y aunque no todos la usan directamente, las plantas verdes y demás organismos fotosintéticos (algunas bacterias y algas) pueden capturar la energía solar, transformarla en energía química y almacenarla. Este proceso natural se denomina fotosíntesis y consiste en convertir la energía lumínica, el agua y el dióxido de carbono en carbohidratos y oxígeno (Inmaculada & Guerrero, 1930)

El sistema fotosintético artificial debe contener los principales componentes estructurales y funcionales que integran el sistema natural:

- a) una unidad de antena capaz de absorber la energía lumínica,
- b) un centro de reacción donde se produce la separación de cargas
- c) un catalizador que rompa la molécula de agua y genere el combustible.

Todos los componentes deben estar acoplados y organizados adecuadamente tanto en base a criterios de energía, tiempo y espacio.

Estado de la Técnica

Para la presente definición revisar anexo con el documento de Excel llamado: estado de la técnica.

Capítulo 2. Marco Metodológico

Método Investigación documental

Se define como una serie de métodos y técnicas de búsqueda, procesamiento y almacenamiento de la información contenida en los documentos, en primera instancia, y la presentación sistemática, coherente y suficientemente argumentada de nueva información en un documento científico, en segunda instancia. De este modo, no debe entenderse ni agotarse la investigación documental como la simple búsqueda de documentos relativos a un tema con información científica puede decirse que refleja las leyes de la naturaleza y la sociedad. Si esto es así, puede posibilitar el progreso de la ciencia. y cuantificada La información cuantificada recibe, también, el nombre de información tabular o, simplemente, el de datos estadísticos. Por ello es que, a su vez, se define la información cuantificada como ciertos signos (o símbolos), patrones de números o letras escritas que tienen poco significado mientras no se interpretan los mismos, con una fuente de información secundaria con canal formal Conforman el canal formal, llamado también convencional, un sistema de transferencia de información, toda clase de materiales impresos que siguen las normas establecidas por la institución y su estructura. Por ejemplo, revistas y libros impresos. Pero, también, se debe señalar a las agencias de información como las Unidades de Información (Bibliotecas, Centros de Documentación e Información, Banco de Datos, Archivos, Museos, etc.) y tabular requiere un procesamiento y su traducción a un sistema basado en las matemáticas, la fuente que genera esta información no puede entablar una comunicación directa con el consumidor, por lo que es necesario la existencia de intermediarios.

a) Intencional: Permite seleccionar casos característicos de una población limitando la muestra sólo a estos

casos. Se utiliza en escenarios en las que la población es muy variable y consiguientemente la muestra es muy pequeña. Por ejemplo, entre todos los sujetos con CA, seleccionar a aquellos que más convengan al equipo investigador, para conducir la investigación.

c) Accidental o consecutivo: Se fundamenta en reclutar casos hasta que se completa el número de sujetos necesario para completar el tamaño de muestra deseado. Estos,

se eligen de manera casual, de tal modo que quienes realizan el estudio eligen un lugar, a partir del cual reclutan los sujetos a estudio de la población que accidentalmente se encuentren a su disposición.

Materiales y Métodos

Para el desarrollo de este proyecto, se llevarán a cabo tres etapas fundamentales, las cuales están basadas en los objetivos generales descritos anteriormente. Las actividades para desarrollar en cada etapa se describen a continuación:

Procedimiento de 3 etapas:

Etapas 1:

- Categorizar los materiales más adecuados para el desarrollo eficientemente de un interiorismo sostenible en una casa del municipio de Rionegro, Antioquia.

Etapa 2:

38

- Apreciar la implementación de un sistema de aprovechamiento de aguas lluvias y de dos sistemas energéticos: fotosintético y fotovoltaico para el abastecimiento de una casa sostenible en el municipio de Rionegro, Antioquia

Etapa 3:

- Aplicar un modelo de casa con los materiales seleccionados de interiorismo sostenible en el municipio de Rionegro, Antioquia.

Recolección de datos

Entrevista a Expertos

Alejandro Ruiz/ Ingeniero Mecatrónica con Magister en Gestión Energética

Industrial

- ¿Cómo se puede demostrar que funciona el sistema?

R/ Debido a que es un proyecto de gran magnitud se puede comprobar matemáticamente, esto muestra la viabilidad del proyecto y se puede realizar por simuladores como Fritzing y Tinkercard.

- ¿Diferencia entre planta solar por inyección a la red y sistema aislado?

R/ El sistema aislado es cuando se consume la energía que se genera de inmediato y el sistema por inyección a la red es cuando el panel tiene muy buena capacidad de absorción y el consumo del hogar no es tan alto, la energía que sobre se e inyecta a la red de EPM y esta otorga descuentos y beneficios (teniendo en cuenta que hay un tope de para inyectar dicha energía).

- ¿Cómo se puede igualar el sistema fotovoltaico con el sistema fotosintético, en términos de costos?

R/ Por medio de los cálculos de inversión, consumo y mantenimiento, no es posible 39

llegar a igualarlos debido a que ambos sistemas van a manejar capacidades diferentes, pero si se puede lograr tener un aproximado de costos.

- ¿Cómo calcular la energía fotovoltaica para el aprovechamiento de uso?

R/ Los paneles generan energía por radiación solar, por lo tanto, no es el alcance de energía que logra hacer en ciudades cálidas, templadas o frías, lo ideal es guiarse en las horas y potencias que sale el sol en el lugar que se tendrá el proyecto y basarse en la guía de especificaciones de los paneles para así tener el mayor aprovechamiento.

Sugerencias

- Se sugiere realizar el cálculo de **“Payback Period”** para tener claridad en cuanto tiempo se recuperará la inversión y se sabrá la viabilidad o inviabilidad del proyecto, tener en cuenta que si sobre pasa los 10 años este ya no es viable.
- Se propone realizar el Payback Period por cada uno de los componentes del proyecto (recolección de agua lluvia, sistema fotovoltaico, sistema fotosintético, eco-materiales), luego de tener cada uno se prosigue a hacer una combinación entre ellas y esto dará resultados los cuales presentaran diferentes resultados de viabilidad, en el caso de la implementación de todas juntas sea inviable.
- Llevar todo a manejo de costos mensuales o anuales para tener mejor lectura de gastos y beneficios (tener en cuenta que se requiere mantenimiento a todo)

- ¿Cuánta energía se necesita en la casa para hacer la cotización?

Por medio de la captación fluvial, agua del río, agua lluvia, es más costoso comprar el agua que tratarla y usarla

- ¿Los datos más importantes qué se necesitan?

Curva de precipitaciones de la zona, mililitros por m² de agua que se genera por la lluvia en ciertas zonas, se mide por las estaciones de calidad del aire por los pluviómetros en el SIATA, además de la cantidad de agua que se necesita.

Tablas para caudal de agua, según la cantidad de personas hay una dotación por ejemplo en un batallón se utilizan 180 L de agua en un día por persona, incluye la descarga de los sanitarios, el lavamanos, duchas, cocina, riego y todo lo doméstico.

Hay que buscar la de las casas y se puede calcular por unidad de 10 a 15 años de antigüedad, si no hay, se escoge la zona más cercana

Dotación: Litros x habitante al día y la cantidad de personas

- ¿Es viable hacer un pozo o dónde sería mejor almacenarla?

No, el pozo es más costoso, se utilizaría un tanque detrás o al lado de la casa que no sea de plástico porque se va deflactando y se pone feo. Es mejor utilizar un tanque en fibra de vidrio, el precio es asequible 5m³ vale 2'800.000 y dura más, depende el almacenamiento puede ser más barato porque son hechos por molde, no necesitan protección especial

- ¿Al saber eso qué se hace? ¿Filtros para potabilizar el agua? ¿El agua no cae con contaminación y emisiones?

Al agua no se le mide las emisiones, estas se miden con la norma resolución 2115 2007 donde se estudia el PH, lo turbia, el cloro, los metales y el color.

El agua lluvia llega buena, pero para potabilizarla se utilizan unos filtros con un clorador, porque el agua para que sea potable debe de tener cloro.

- ¿Los químicos se agregan según la cantidad de agua?

Hay químicos económicos y costosos, se deben de medir con una curva de cloro, bombas dosificadoras o si no se hace con unos dosificadores con pastillas que se regulan al caudal, se mezclan y llegan al tanque.

- ¿Qué es el baipás, la válvula?

En el techo lateralmente van las canaletas para recolectar el agua, esta baja a un tanque directamente a los filtros o por medio de tubería al clorador y llega al tanque, mientras baja por los tubos llega al primer tanque, pasa por el filtro y luego llega al tanque mayor de almacenamiento y ya después para uso de la casa se usa una bomba con un hidroflo, es una bomba muy grande que tiene un caucho adentro que mantiene la presión de la línea de la tubería de toda la casa

- ¿No necesita bomba? ¿empuja hacia adentro?

EPM tiene el acueducto de la montaña con una presión 20m columna de agua, desde el contador hacia arriba sube 20m, la presión de la casa es de 4 metros

- ¿Cómo se mete el hidroflo por la tubería?

Se utiliza mucho cuando se tiene agua almacenada, se genera la presión con esto. O la otra es no tener hidroflo, pero, tener un tanque en el techo y ahí repartiría el agua en toda la casa.

Viene por tamaños según el caudal que es la cantidad de agua que necesita para abastecer la casa, dotación de las 4 personas

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 1500 (Segunda actualización)

Tabla 6. Evaluación del consumo

Industrias	80 litros /trabajador
Comercio, mercancías secas, casas de abastos, peluquerías y pescaderías	20 litros/ m ² mínimo 400 litros/ día
Mercados	15 litros /m ²
Viviendas	200 litros/ habitante/ día a 250 litros/ habitante/ día
Universidades	50 litros/ persona/ día
Internados	250 litros/ persona/ día
Hoteles (a)	500 litros/ habitación/ día
Hoteles (b)	250 litros/ cama/ día
Oficinas	90 litros/ persona/ día
Cuarteles	350 litros/ persona/ día
Restaurantes	4 litros/ día/ comida
Hospitales	600 litros/ persona/ día
Prisiones	600 litros/ persona/ día
Lavanderías	48 litros /kg de ropa
Lavado de carros	400 litros /carro/ día
W.C públicos	50 litros/ hora
W.C. intermitentes	150 litros/ hora

Figura 22. Evaluación del consumo.

Tomando como referencia la Figura 22 de la Norma Técnica Colombiana, se tomaron los 250L/habitante/día para hacer los cálculos de la cantidad de L/s de agua potable que se necesitan en la vivienda:

$$4 \text{ hab} \times 250 \text{ L/hab/día} = 1000 \text{ L/día}$$

$$1000 \text{ L/día} \div 12 \text{ h/día} = 83.33 \text{ L/h}$$

$$83.33 \text{ L/h} \Rightarrow 0,023 \text{ L/s}$$

4 habitantes por vivienda, multiplicado por los litros diarios utilizados por vivienda, dividido por las horas más usuales de uso que son 12h y ese resultado se pasa a L/s. Ese es el

caudal final. Se adapta a la bomba más pequeña que hay, por ahí de .5l/S con los puntos que necesita se hacen un cálculo para conectar al hidroflo y ya con eso se abastece la casa de agua. 43

- ¿Qué habría que tener como opción?

Como segunda opción habría que tener una conexión a una captación de río o pozo, o estar conectada al acueducto para cuando no llueva evitando que la casa se quede sin agua.

- ¿Si llueve mucho y se llena el tanque, qué se hace?

Al tanque se le pone un reboce, cuando ya no le da para más se reboza y se va para el desagüe o al alcantarillado, o se pone en otro tanque y se pone para riego, para que no haya desperdicio.

- ¿Cómo separa el agua lluvia al que viene de EPM?

La casa tiene una conexión matriz, esta se conecta en ramales, en la línea matriz y se añade la de EPM por un lado y por otro el hidroflo, y el que va a usar la abre o cierra, esta es más efectiva porque si tiene presión del acueducto para qué gastar energía en una bomba.

- ¿Cómo van los filtros del agua, cuál es su ubicación?

Van ubicados en el piso, opcional un tanque de aguas primeras, es un agua inicial sucia

- ¿La suciedad no pasa al otro tanque?

No, no alcanza a entrar porque ella se direcciona donde haya más presión, y si entra, se queda en el primer tanque o se pone un filtro de cartucho, sencillos y cuando satura se cambia por otro, si no se quiere poner el primer filtro, se pone uno directo asegurándose de hacer limpiezas del techo, ya que se podría estancar el agua, se debe de monitorear el techo para que no se descompongan las canaletas y así baje sucia, pueden ser de PVC o plástico.

Los tanques subterráneos llevan más presupuesto, porque hay que excavar, impermeabilizar, echar cemento para sellar y ya.

- ¿Cada cuánto se le hace mantenimiento?

El cloro se cambia cuando se acabe, dura dependiendo del agua que pase, de los filtros se debe de hacer retro lavado se coge el agua tratada y se pasa contraflujo para que se remuevan todos los óleos que quedan atrapados, dos tuberías la del desagüe y la de la casa, el retro lavado se limpia 1 vez al día o 3 veces al día.

- ¿Cómo se hacen las cotizaciones de los elementos?

Tubería lista de precios accesorios, plano y despiece de cada cosa los modelos están en Rhino y con simulación en Blender.

- ¿Dónde es mejor ubicar el tanque?

Que esté debajo de un techo para que el sol no lo desgaste y se cierra con una malla para evitar hurto de material.

Hidroasesores S.A.S

Durante el desarrollo el proyecto se abordó como metodología la investigación documental, teniendo como fuente de información la documentación electrónica, documentación gráfica y documentación audiovisual. Para el desarrollo del proyecto se realiza el diseño de Especificaciones de Diseño de Producto (PDS), material a tener en cuenta para el desarrollo de ingeniería. (Ver anexo PDS)

Cronograma de Actividades**Actividad 1: Criterios para la elección de materiales****Tabla 6.****Check list de criterios para la elección de materiales.**

Ítem	Requerimientos	Especificaciones
1	Salud	-Materiales libres de tóxicos -Materiales con baja huella de carbono
2	Sostenibilidad y ambiente	-Material con un ciclo de vida sostenible -Materiales de origen local
3	Baja emisión de sustancias tóxicas	-Previo conocimiento sobre los materiales y su impacto al ambiente con las emisiones de CO ₂ , por ejemplo: la producción de 1Tn de cemento emite a la atmósfera: 1Tn de CO ₂
4	Energía	-Materiales ecológicos, de fácil aplicación y bajo mantenimiento

Para el siguiente proyecto se escogieron los siguientes materiales que estarán integrados en toda la remodelación de la casa y su entorno.

Guadua: Pertenece a la familia gramínea, es decir un pasto gigante de la misma familia del maíz, del arroz y del trigo; es la especie vegetal de más rápido crecimiento; puede crecer en promedio 10 cm diarios; se puede utilizar a los 4 años de sembrada cuando ya está madura y es apta para su uso en construcción, tiene alturas hasta de 25 metros y diámetros entre 10 y 25 cms. Sus entrenudos tienen paredes hasta de 2 cms de espesor (Guerra, 2012)

Harina de llanta: La harina de llanta es el resultante después del reciclaje de residuos de neumáticos. El nombre "harina" especifica claramente su tamaño, que está entre 0,1 y 1 milímetro, la harina de llanta se utiliza en la fabricación de paneles aislantes y sellos (Silvia, 2020)

Termoarcilla: Es un bloque cerámico de componente granulares con baja densidad, estos se gasifican durante su cocción a una temperatura de 850°C sin residuos. Debido a su geometría es un producto que reúne características singulares como su comportamiento mecánico y aislamiento acústico

Aluminio: Este material reciclado tiene ligereza y resistencia a la carga, alta resistencia a la corrosión, buena conductividad, es impermeable, no es tóxico, es inodoro y fácil de reciclar. Su aleación más común (6061-T6) tiene una resistencia al esfuerzo de 35 ksi (250 MPa) la cual es muy parecida al acero A36 (Zamudio, 2017)

Teja asfáltica ondulada: Teja asfáltica laminada doble, de mayor resistencia y duración que las tejas tradicionales. Tiene un atractivo diseño, con mayor volumen y fino sombreado,

características que le dan una gran belleza y apariencia natural. Producto garantizado por 30 años. 47

Pinturas exteriores de silicato potásico: El grafeno es un estado alotrópico del carbono, es decir, uno de los modos en los cuales se organizan los átomos (David, 2019)

La pintura para exterior natural con grafeno potencia la capacidad de controlar los agentes contaminantes absorbiendo 4,8 kilogramos de CO₂, en interiores también ayuda a purificar el ambiente, además, el producto es antibacteriano, antimoho y antihongos (Graphenstone, n.d.)

Capítulo 3. Etapa de desarrollo de propuestas de diseño

Etapa de ingeniería

A continuación, se muestran las siguientes propuestas de diseño con su respectiva selección final, estos modelos fueron creados en SketchUp.

Propuesta #1

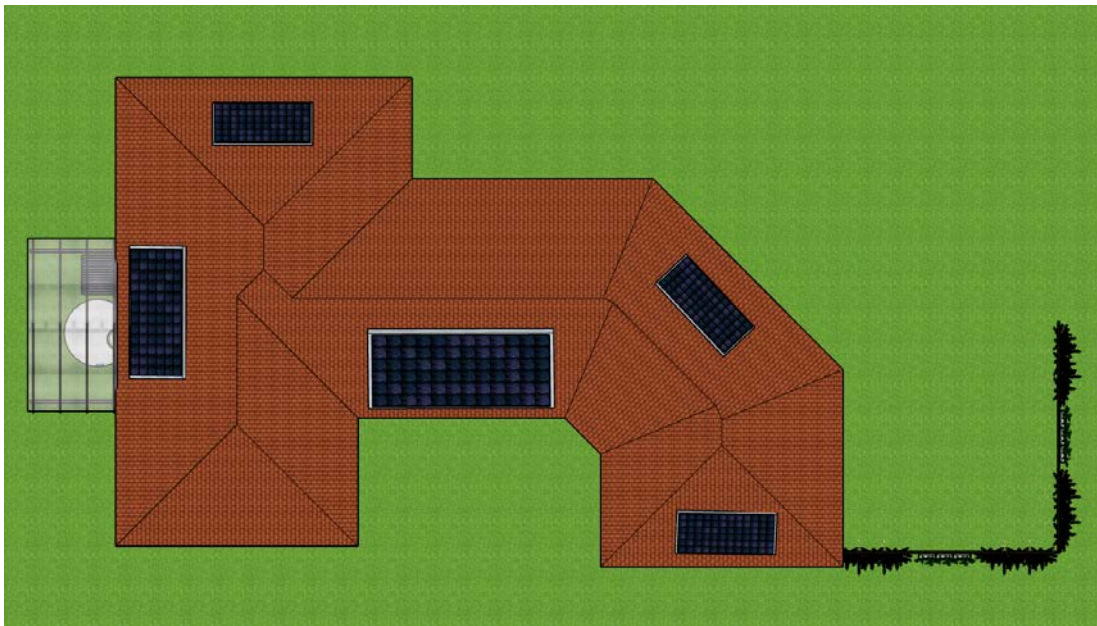


Figura 23. Vista superior propuesta 1. (Arango Agudelo & Restrepo López, 2020)

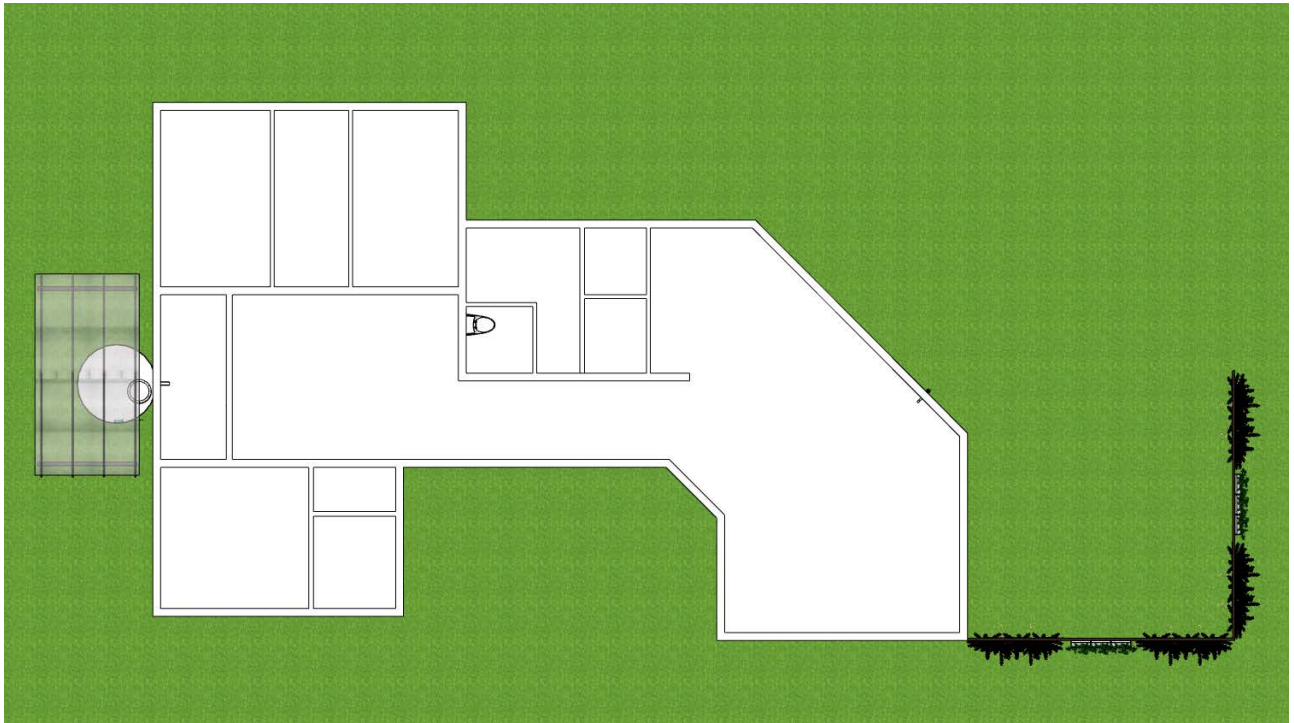


Figura 24. Vista superior plano, propuesta 1. (Arango Agudelo & Restrepo López, 2020)

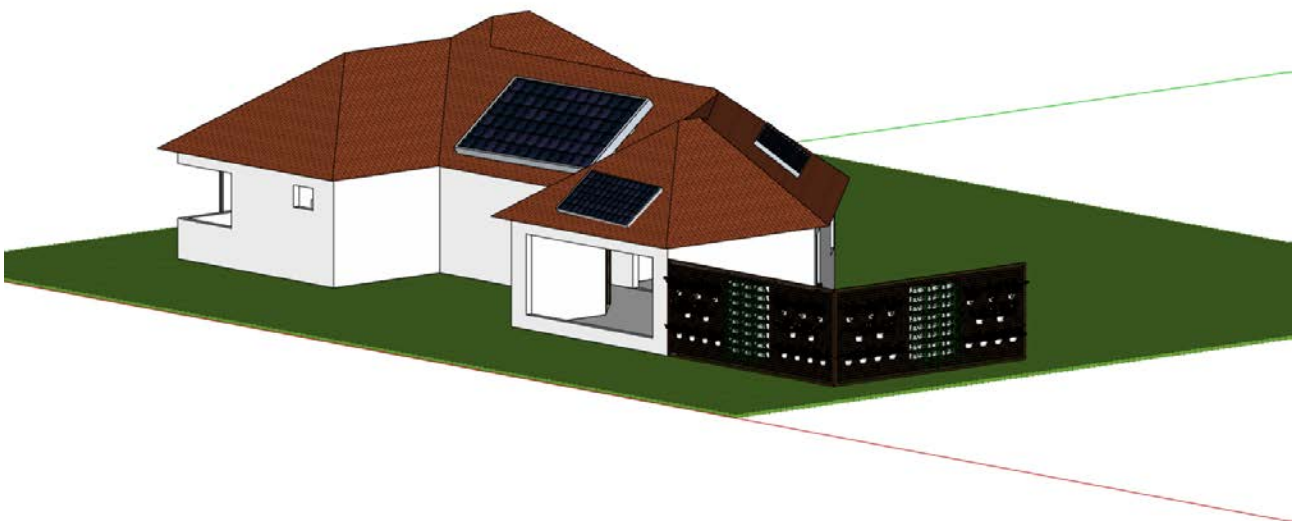


Figura 25. Vista perspectiva trasera propuesta 1 (Arango Agudelo & Restrepo López, 2020)



Figura 26. Vista perspectiva lateral propuesta 1 (Arango Agudelo & Restrepo López, 2020)



Figura 27. Vista perspectiva frontal propuesta 1 (Arango Agudelo & Restrepo López, 2020)

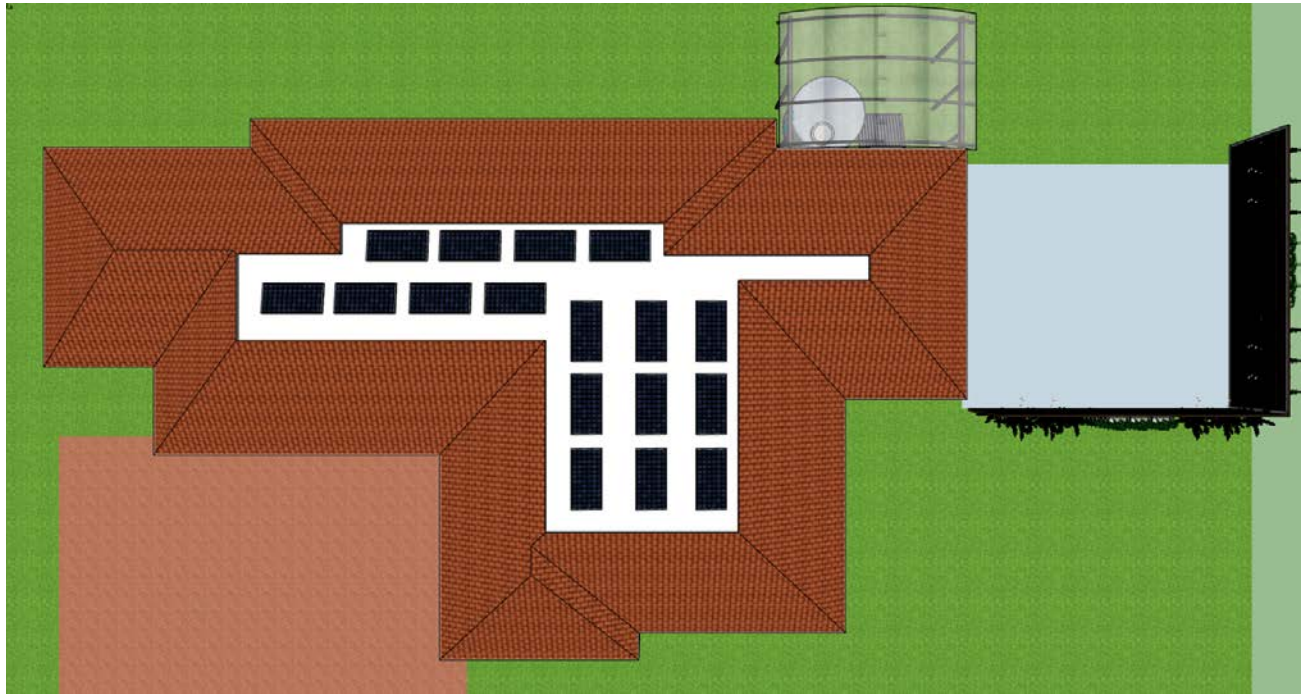


Figura 28. Vista superior propuesta 2. (Arango Agudelo & Restrepo López, 2020)



Figura 29. Vista superior plano, propuesta 2. (Arango Agudelo & Restrepo López, 2020)

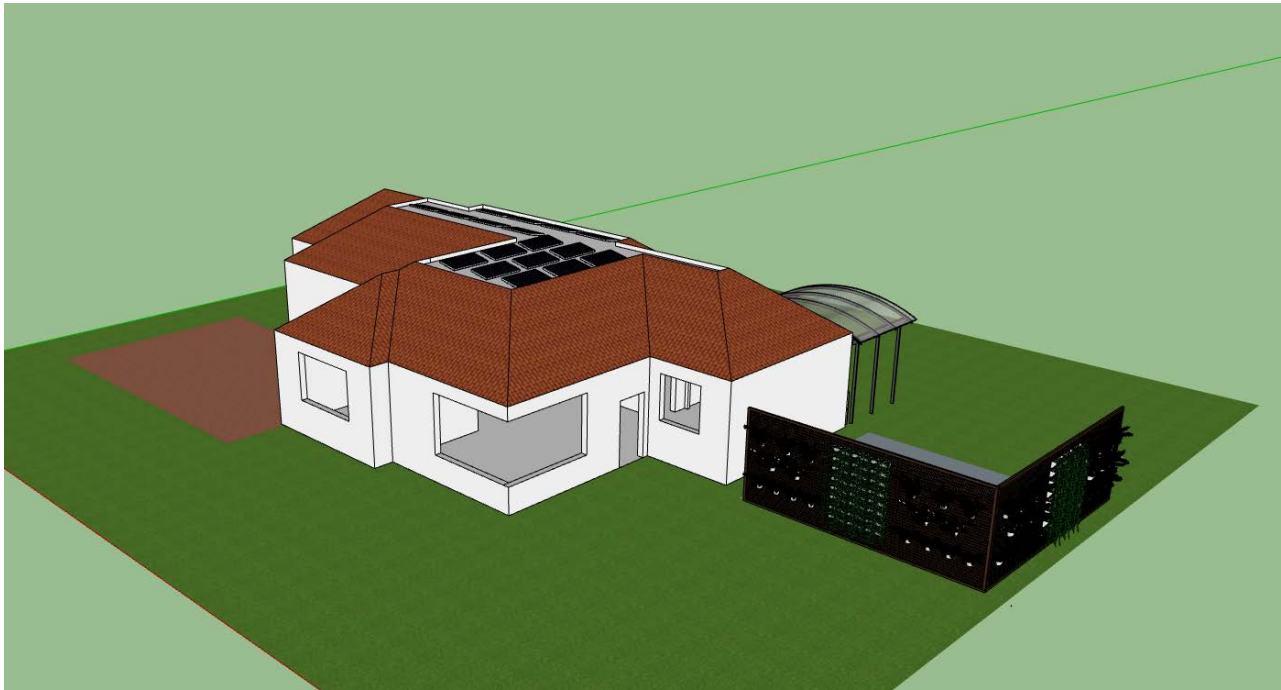


Figura 30. Vista perspectiva frontal propuesta 2 (Arango Agudelo & Restrepo López, 2020)

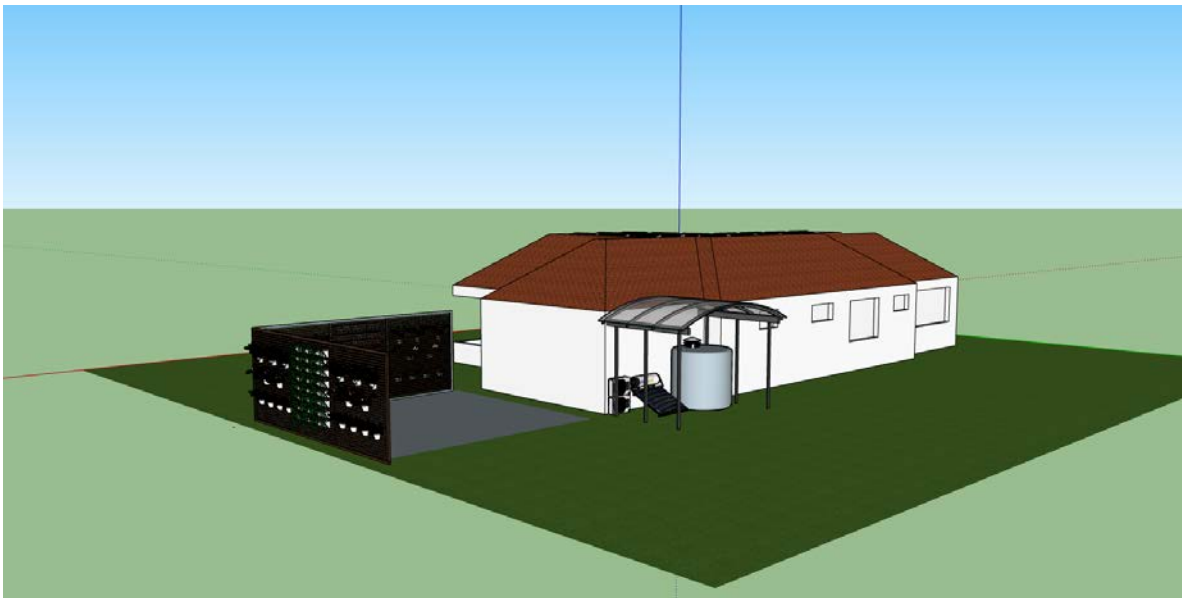


Figura 31. Vista perspectiva trasera propuesta 2 (Arango Agudelo & Restrepo López, 2020)

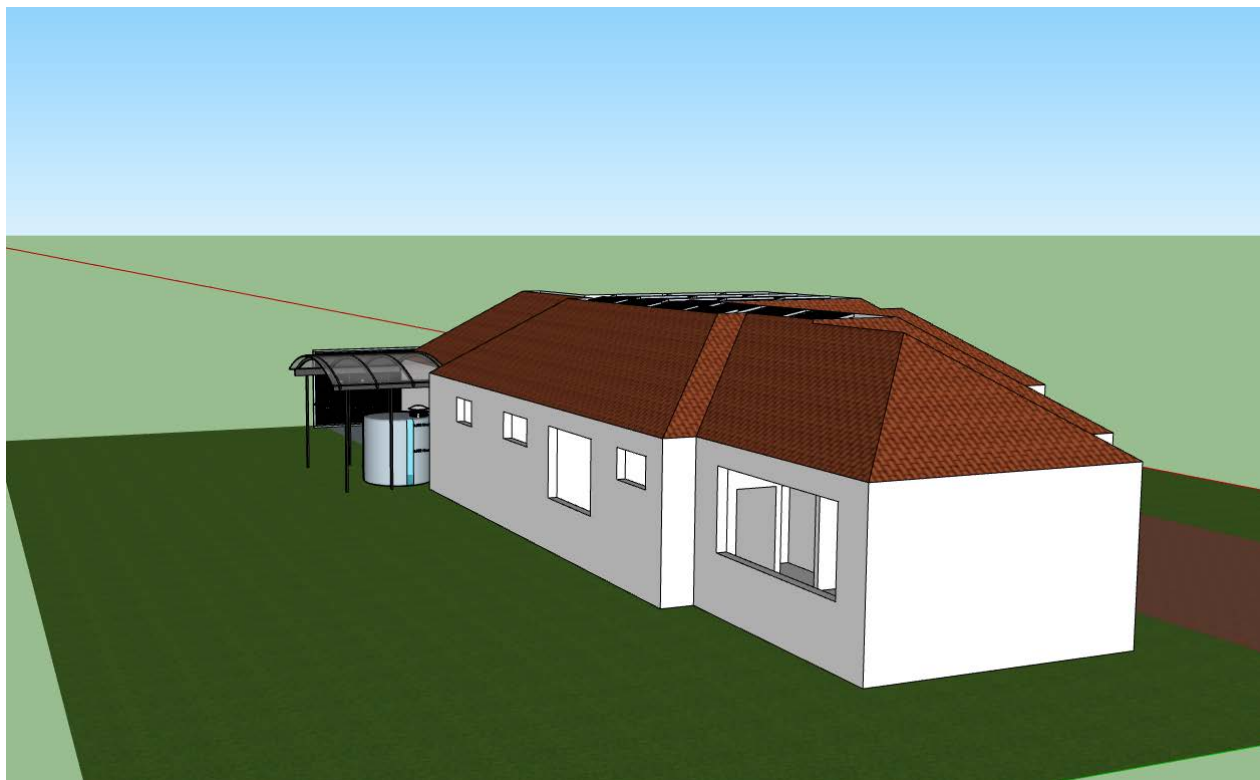


Figura 32. Vista perspectiva lateral propuesta 2 (Arango Agudelo & Restrepo López, 2020)

Propuesta Final

En la siguiente sección, se muestra la propuesta (1) seleccionada a partir de la matriz de requerimientos, con evaluación de criterios que permitieron escoger el mejor diseño a desarrollar. A continuación, se observa el proceso de detalles de la propuesta donde se definieron variables como distribución de espacios, manejo adecuado de los paneles solares y campo de geranios, una adecuada distribución del sistema de recolección de agua lluvia y los respectivos planos del espacio, planos eléctricos, plano hidráulico y plano de acotación. La planimetría se realizó en AutoCAD, el modelo fue creado en SketchUp con su renderizado en Enscape 2.9.

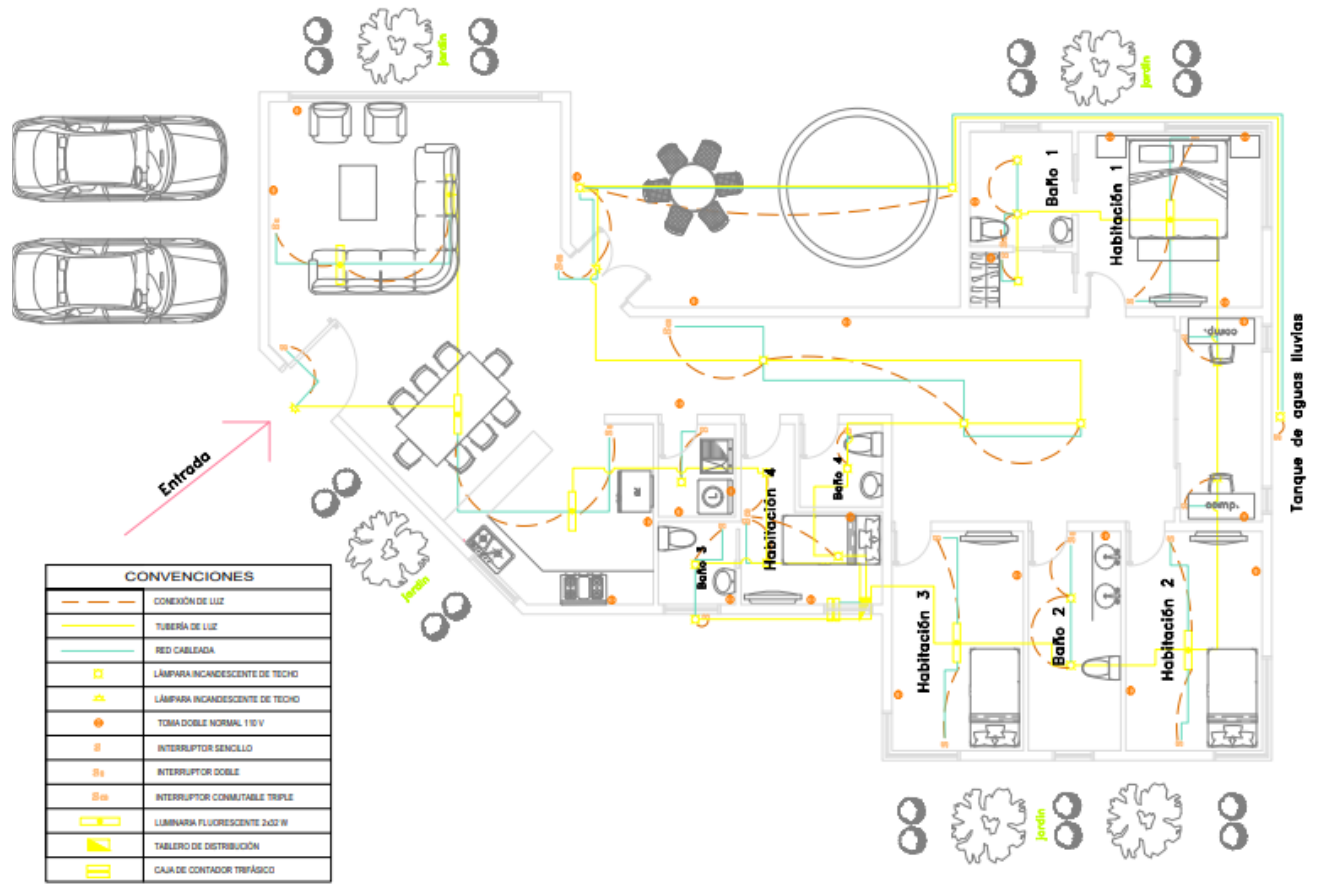


Figura 33. Plano electrónico (Arango Agudelo & Restrepo López, 2020)

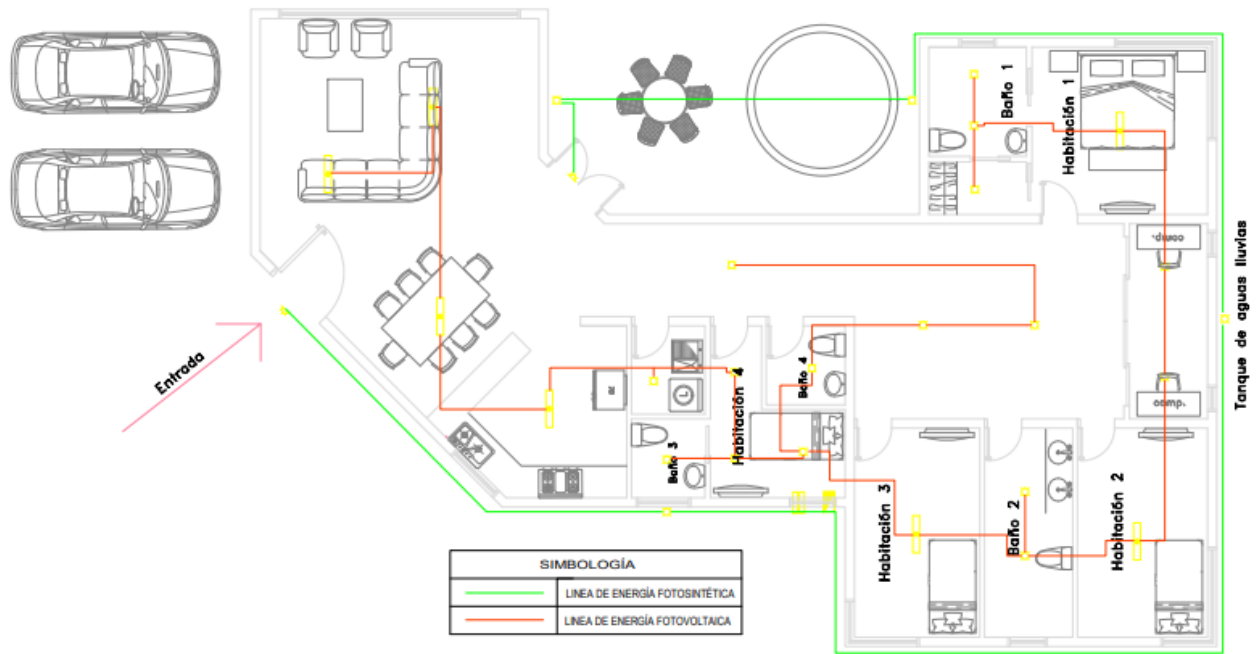


Figura 34. Plano Eléctrico sistema fotovoltaico y fotosintético (Arango Agudelo & Restrepo López, 2020)

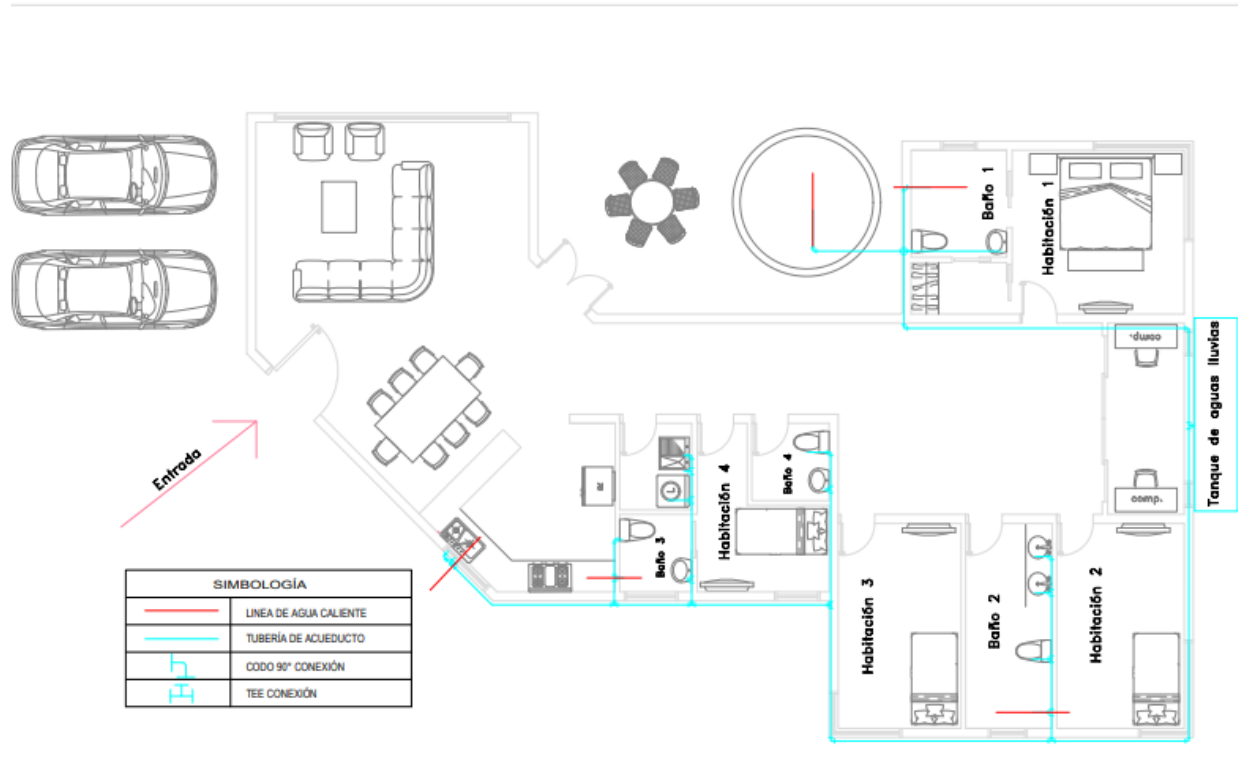


Figura 35. Plano hidráulico (Arango Agudelo & Restrepo López, 2020)

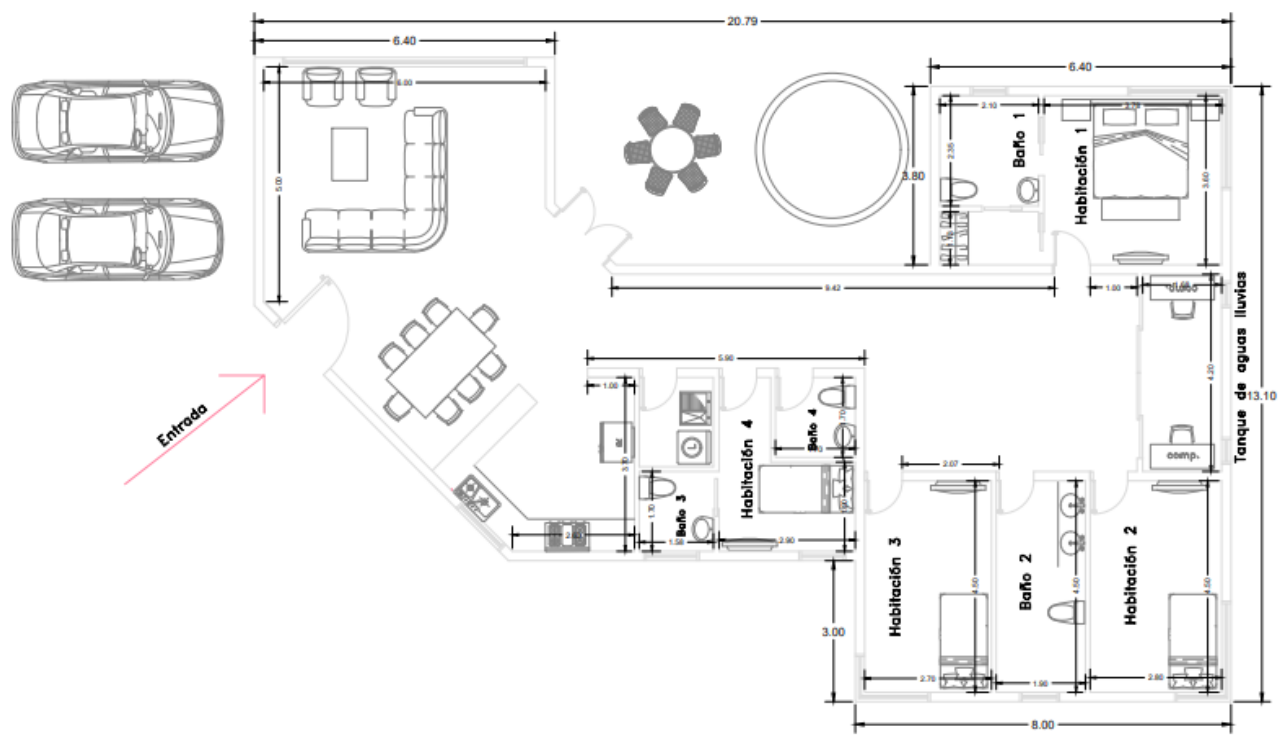


Figura 36. Plano cotas (Arango Agudelo & Restrepo López, 2020)

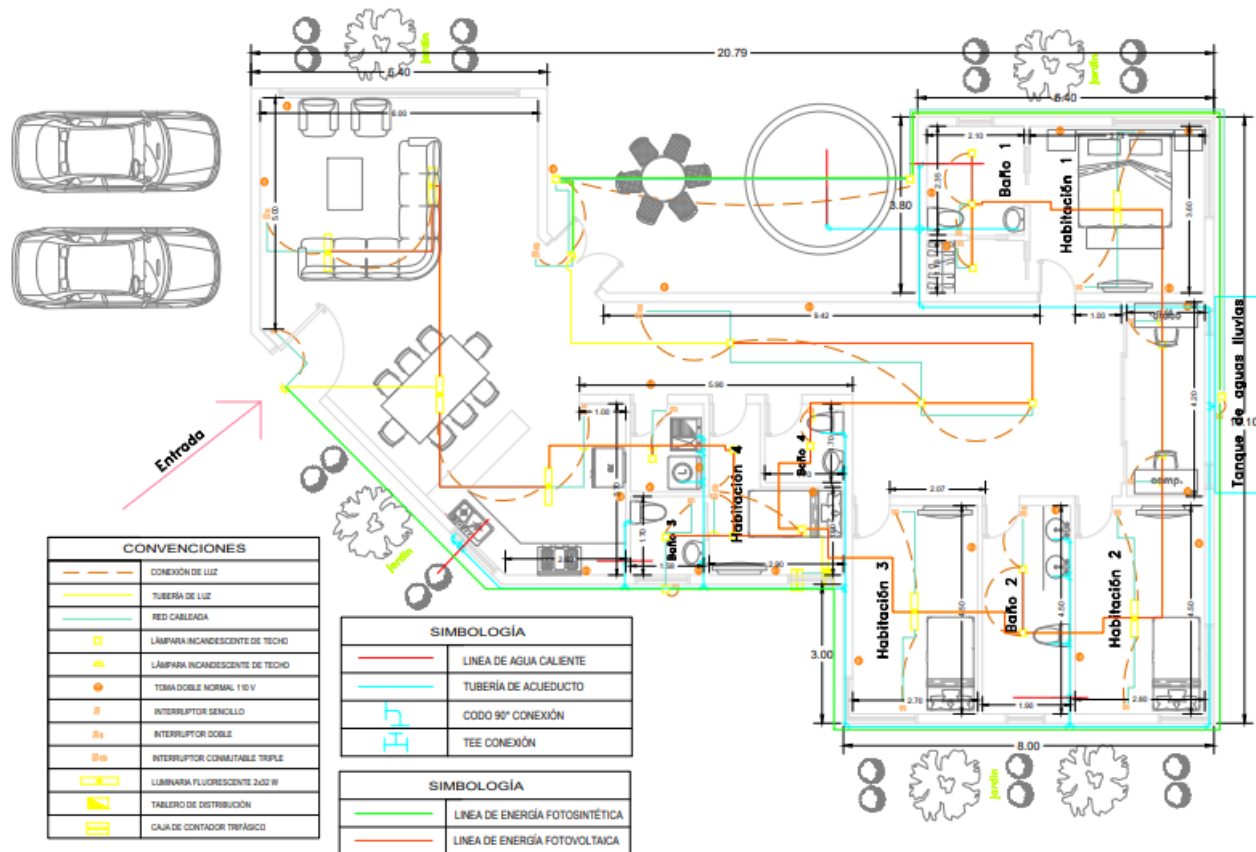


Figura 37. Plano general (Arango Agudelo & Restrepo López, 2020)



Figura 38. Vista superior con cubierta (Arango Agudelo & Restrepo López, 2020)



Figura 39. Vista superior sin cubierta (Arango Agudelo & Restrepo López, 2020)



Figura 40. Vista en perspectiva frontal (Arango Agudelo & Restrepo López, 2020)



Figura 41. Vista perspectiva trasera (Arango Agudelo & Restrepo López, 2020)

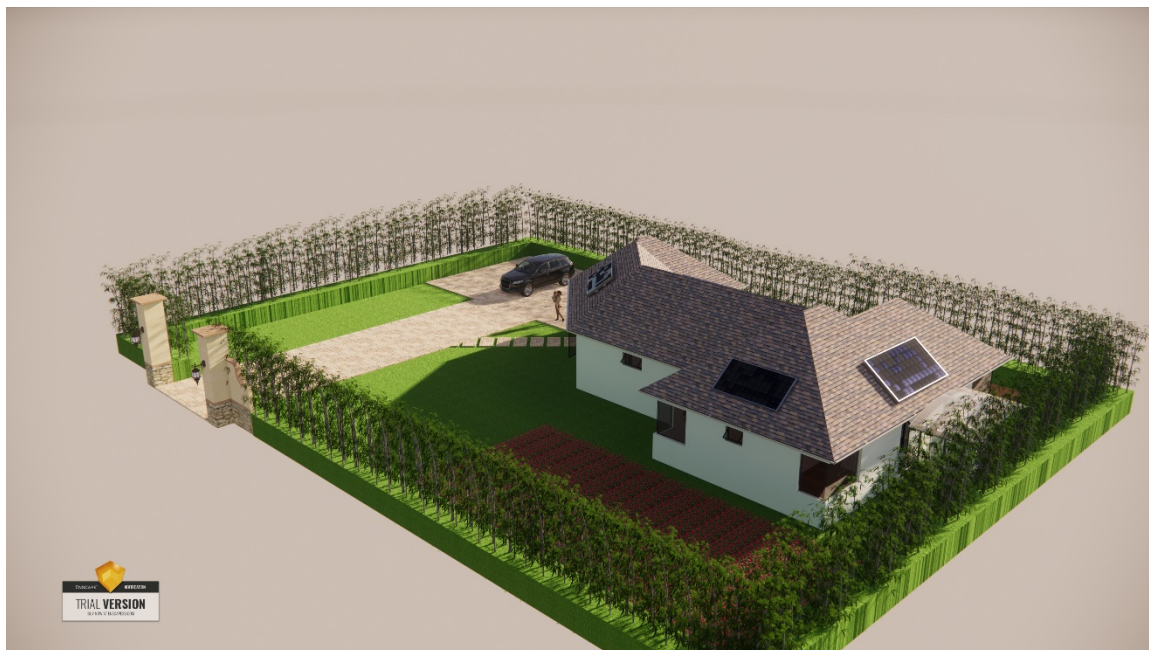


Figura 42. Vista perspectiva lateral (Arango Agudelo & Restrepo López, 2020)



Figura 43. Entrada principal (Arango Agudelo & Restrepo López, 2020)



Figura 44. Vista zona de geranios (Arango Agudelo & Restrepo López, 2020)



Figura 45. Vista parqueadero y deck (Arango Agudelo & Restrepo López, 2020)



Figura 46. Vista aérea zona deck (Arango Agudelo & Restrepo López, 2020)



Figura 47. Vista deck (Arango Agudelo & Restrepo López, 2020)



Figura 48. Vista trasera deck y sala (Arango Agudelo & Restrepo López, 2020)



Figura 49. Vista tanque de recolección de agua lluvia (Arango Agudelo & Restrepo López, 2020)



Figura 50. Vista tanque y sistema de paneles (Arango Agudelo & Restrepo López, 2020)

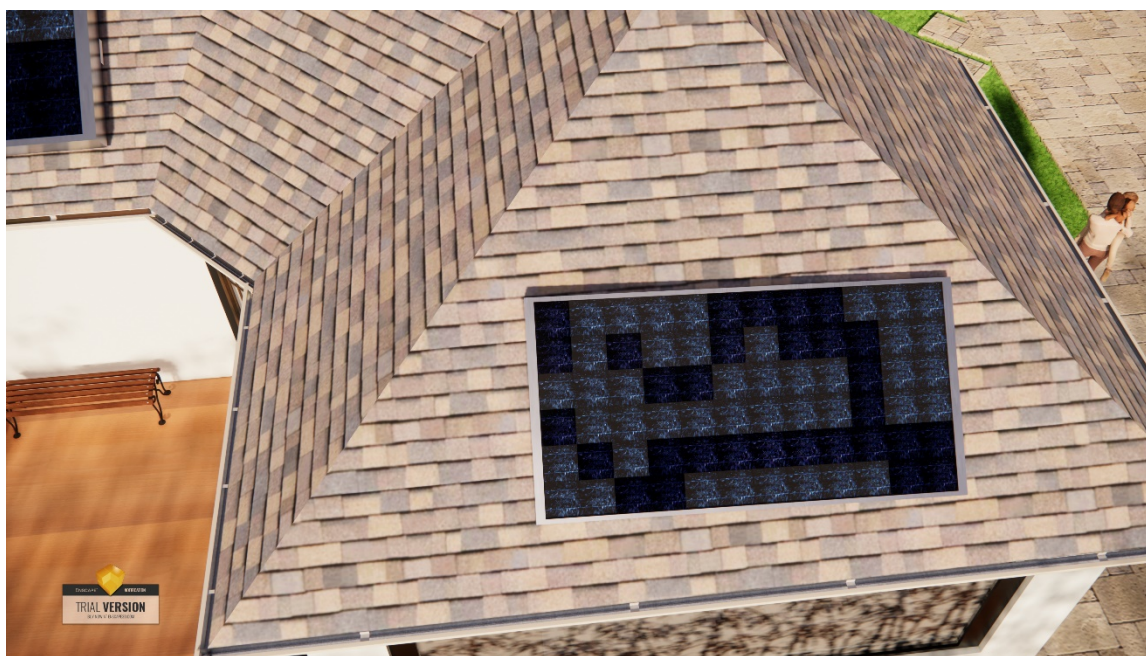


Figura 51. Vista paneles fotovoltaico (Arango Agudelo & Restrepo López, 2020)

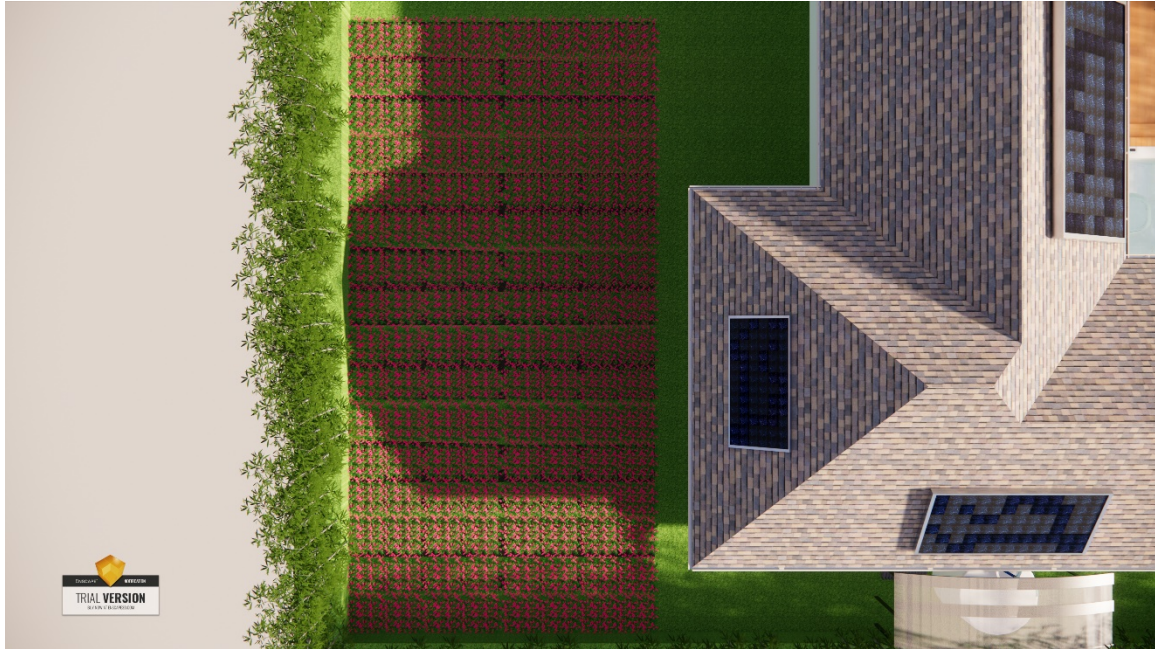


Figura 52. Vista geranios sistema fotosintetico (Arango Agudelo & Restrepo López, 2020)

Modelado interior



Figura 53. Habitación principal (Arango Agudelo & Restrepo López, 2020)



Figura 54. Habitación principal (Arango Agudelo & Restrepo López, 2020)



Figura 55. Habitación principal (Arango Agudelo & Restrepo López, 2020)



Figura 56. Vestier (Arango Agudelo & Restrepo López, 2020)



Figura 57. Baño principal (Arango Agudelo & Restrepo López, 2020)



Figura 58. Baño principal (Arango Agudelo & Restrepo López, 2020)



Figura 59. Estudio (Arango Agudelo & Restrepo López, 2020)



Figura 60. Pasillo (Arango Agudelo & Restrepo López, 2020)



Figura 61. Baño compartido entre habitaciones (Arango Agudelo & Restrepo López, 2020)



Figura 62. Habitación sencilla (1) (Arango Agudelo & Restrepo López, 2020)



Figura 63. Habitación sencilla (2) (Arango Agudelo & Restrepo López, 2020)



Figura 64. Baño huéspedes (Arango Agudelo & Restrepo López, 2020)



Figura 65. Baño huéspedes (Arango Agudelo & Restrepo López, 2020)



Figura 66. Zona privada (Arango Agudelo & Restrepo López, 2020)



Figura 67. Cocina y comedor (Arango Agudelo & Restrepo López, 2020)



Figura 68. Comedor y sala (Arango Agudelo & Restrepo López, 2020)

Canvas

Socios clave

- Ingenieros en Diseño Industrial
- Secretaria de infraestructura y desarrollo del municipio de Rionegro
- Secretaría de medio ambiente del municipio de Rionegro
- Constructoras especializadas en el manejo de eco-materiales
- Empresas especializadas en suministro de energías renovables y manejo de aprovechamiento de aguas
- Ingeniero Civil y Arquitecto

Actividades clave

- Reducción de la emisión CO2
- Aprovechamiento de agua lluvia
- Manejo de energía renovables

Actividades clave

- Reducción de la emisión CO2
- Aprovechamiento de agua lluvia
- Manejo de energía renovables

Recursos clave

- Personal experto en el tema de sostenibilidad
- Instrumentaría de construcción civil
- Recursos económicos

- Compra de materiales para la construcción
- Pago de personal experto
- Impuestos

(Ver anexo)

Propuesta de valor

- Diseñar el interiorismo sostenible de una casa con eco-materiales, abastecimiento de energías renovables y el aprovechamiento de aguas lluvias para la reducción de consumo y a su vez ayude a la reducción de impactos ambientales generados en una construcción ubicada en el municipio de Rionegro, Antioquia.

El aprovechamiento de los recursos naturales es una fuente rentable y habitual para las actividades de construcción en la ciudad y para optimizar estos recursos, se pueden emplear energías renovables y tecnologías energéticas tales como la energía fotosintética por innovación y la energía fotovoltaica por eficiencia, además el aprovechamiento del agua lluvia y el uso de eco-materiales provenientes del reciclaje y residuos en la ciudad, pueden reducir las emisiones de CO₂ en el ambiente.

Relaciones con los clientes

- Buena comunicación entre el diseñador, los usuarios y posibles clientes
- Campañas de promoción y colaboración con profesionales

Canales

- Medios de comunicación locales (prensa escrita y radio)
- Redes sociales

- Voz a voz
- Publicidad
- Revistas de innovación y sostenibilidad en diseño de espacios y construcción

Fuentes de ingresos

- Ingresos personales
- Subvenciones del gobierno.
- Préstamos bancarios

Segmento de cliente

- Este proyecto está dirigido a las personas con un alto nivel adquisitivo que les guste y apasiones ayudar el medio ambiente y brindar una alta reducción de CO₂, a partir de una construcción sostenible, con eco-materiales aprovechamiento del agua lluvia y manejo de energías renovables como es la fotosintética y la fotovoltaica,

La investigación dio como resultado que el uso de los dos tipos de energías será eficiente siempre y cuando trabajen juntas, debido a que la energía fotosintética necesitará de un campo más grande para producir la energía necesaria en el uso de la casa.

El presupuesto del proyecto resulta muy elevado debido a que los materiales sostenibles son productos con alto valor adquisitivo y requieren de ciertos parámetros para su mantenimiento, adicional, al existir pocas personas con el conocimiento y la experiencia requerida, el costo de la mano de obra será alto.

Por medio de la investigación se logra justificar la reducción de huella de carbono significativamente gracias a los eco-materiales que se utilizarían para la construcción de la vivienda, convirtiéndola en un proyecto sostenible.

El proyecto cumple con los objetivos propuestos al iniciar la investigación, ya que se logra evidenciar el diseño de interiorismo sostenible de una casa con eco-materiales, abastecimiento de energías renovables y el aprovechamiento de las aguas lluvias.

- Arteaga, K., Medina, Ó., & Gutiérrez, Ó. (2011). Bloque de tierra comprimida como material constructivo. *Revista Facultad de Ingeniería, UPTC*, 20(31), 55–68.
- Bautista, J., & Loaiza, N. (2017). La Construcción Sostenible Aplicada a Las Viviendas De Interés Social En Colombia. *Boletín Semillas Ambientales*, 11(1), 86–110.
- Caicedo, R., & Manrique, N. (2017). Aunar esfuerzos para la actualización de la Huella Ecológica en la Región Central de Antioquia como aporte a la gestión de planificación y el ordenamiento ambiental. *CORANTIOQUIA, UNAL*, 322.
- Colombia, G. de. (2018). Plan director de agua y saneamiento básico. *Viceministerio de Agua y Saneamiento Básico*, 1–108.
- Cure, S., & Gómez, W. (2020). *Análisis de alternativas para la potabilización de agua lluvia para uso doméstico en zonas rurales de Colombia*.
- David, O. (2019). *Diseño y evaluación de mortero de cemento y cal con adición de polvo de barro cocido*. 5–10.
- Gómez, J., Murcia, J. D., & Cabeza, I. (2017). La energía solar fotovoltaica en Colombia: potenciales, antecedentes y perspectivas. *Universidad Santo Tomás*, 19.
<http://repository.usta.edu.co/handle/11634/10312>
- Graphenstone. (n.d.). *GrafClean Premium*.
- Guerra, R. (2012). La Guadua. *Anales de Ingeniería*, 7, 205.
- Inmaculada, M., & Guerrero, Y. (2012). *Otras fuentes de energía*. 68–73.
- Medina Arteaga, K. T., Medina, O. H., & Gutierrez Junco, O. J. (2011). Bloque de tierra comprimida como material constructivo Compressed earth blocks , as construction material. *Revista Facultad de Ingeniería, UPTC*, 20(31), 55–68.

locales. 1–230.

Rodríguez, E., & Isidro, F. (2009). *Construir sin defectos con bloque termoarcilla* (p. 4).

Santos, J., Malagón, P., & Córdoba, E. (2011). Caracterización de arcillas y preparación de pastas cerámicas para la fabricación de tejas y ladrillos en la región de Barichara, Santander. *DYNA (Colombia)*, 78(167), 50–58.

Silvia, J. (2020). *Placa plana de concreto ligero impermeabilizaba con caucho reciclado para cubiertas de vivienda social*.

Susunaga, J. (2014). CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE, UNA ALTERNATIVA PARA LA EDIFICACIÓN DE VIVIENDAS DE INTERES SOCIAL Y PRIORITARIO. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 85(1), 2071–2079.

<https://doi.org/10.1016/j.bbapap.2013.06.007>

Velasquez, S., Peláez, G., & Vasquez, D. (2016). Uso de fibras vegetales en materiales compuestos de matriz polimérica : una revisión con miras a su aplicación en el diseño de nuevos productos. *SENA Centro Nacional de Asistencia Técnica a La Industria*, 77–86.

Zamudio, A. (2017). *Estudio de la modificación del aluminio reciclado con NTC para su aplicación estructural*.

Ambiente, M. d., & IDEAM. (2018). *Minambiente*. Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/index.php/noticias-minambiente/4222-ministerio-de-ambiente-e-ideam-presentan-el-avance-del-estudio-nacional-del-agua-ena-2018>

Arango Agudelo, M. C., & Restrepo López, T. A. (2020). *La sostenibilidad en las ciudades de ladrillo*.

García Ruiz, M. A., Robles Solís, J. M., . . . Vega Carrillo, H. R. (2019). *México Patente n° 2017008085*.

BID-Ciudades sostenibles. (30 de Octubre de 2019). *issuu*. Obtenido de

https://issuu.com/ciudadesemergentesysostenibles/docs/city2016_pub2019_co_rionegro

Gómez Moraleda, I. (2019). *España Patente n° 2019*.

HISPALYT. (2018). *CONSTRUMÁTICA, Metaportal de arquitectura, ingeniería y construcción*.

Obtenido de

https://www.construmatica.com/construpedia/Caracter%C3%ADsticas_del_Bloque_Termoarcilla

ISO. (21 de Marzo de 2014). *Norma ISO 14006. Como incorporar el Ecodiseño*. Obtenido de

<https://www.nueva-iso-14001.com/2014/03/norma-iso-14006-como-incorporar-el-ecodisenio/>

Macías, B. S. (23 de 5 de 2014). *ECOHABITAR*. Obtenido de [https://ecohabitar.org/arquitectura-](https://ecohabitar.org/arquitectura-bioclimatica-conceptos-y-tecnicas/)

[bioclimatica-conceptos-y-tecnicas/](https://ecohabitar.org/arquitectura-bioclimatica-conceptos-y-tecnicas/)

ODS. (5 de Septiembre de 2015). *Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en el sector de*

la construcción. Obtenido de <https://aislamientoysostenibilidad.es/los-objetivos-de-desarrollo-sostenible-ods-en-el-sector-de-la-construccion/>

Restrepo, G., & Cadavid, C. (2019). Mejora del desempeño ambiental y energético de la

vivienda de interés prioritario en Medellín con el uso de ladrillos cerámicos modificados.

Ingenierías universidad de Medellín, 49.

Sánchez, B. (23 de Mayo de 2014). *Arquitectura Bioclimática: conceptos y técnicas*. Obtenido

de <https://ecohabitar.org/arquitectura-bioclimatica-conceptos-y-tecnicas/>

