

Glider Nunilo Parrales Cantos, Erick Villavicencio Cedeño,
Gabriela Noemi Indacochea Baque, Ernesto Marcelino Gualsaquí Muenala,
Freddy Humberto Guillen Morales, Dayana Michelle Castro Chilán,
Carlos José Zavala Vásquez, Cesar Arturo Baque Ceballos,
Carlos Augusto Cobos Baque

DIAGNÓSTICO DE INFRAESTRUCTURA FÍSICA DE JOA

Aplicación de energía solar en
viviendas para el desarrollo
productivo del sitio Joa



Glider Nunilo Parrales Cantos, Erick Villavicencio Cedeño, Gabriela Noemi Indacochea Baque, Ernesto Marcelino Gualsaquí Muenala, Freddy Humberto Guillen Morales, Dayana Michelle Castro Chilán, Carlos José Zavala Vásquez, Cesar Arturo Baque Ceballos, Carlos Augusto Cobos Baque

Diagnóstico de infraestructura física de Joa

*Aplicación de energía solar en
viviendas para el desarrollo productivo
del sitio Joa*

Religación Press

[Ideas desde el Sur Global]

*Physical Infrastructure Diagnosis of Joa.
Application of Solar Energy in Housing for the Productive
Development of the Joa Site*

*Diagnóstico da Infraestrutura Física de Joa.
Aplicação de Energia Solar em Habitações para o
Desenvolvimento Produtivo do Sítio Joa*

Religación Press

[Ideas desde el Sur Global]

Equipo Editorial

Editorial team

Ana B. Benalcázar

Editora Jefe / Editor in Chief

Felipe Carrión

Director de Comunicación / Scientific Communication Director

Melissa Díaz

Coordinadora Editorial / Editorial Coordinator

Sarahí Licango Rojas

Asistente Editorial / Editorial Assistant

Consejo Editorial

Editorial Board

Jean-Arsène Yao

Dilrabo Keldiyorovna Bakhronova

Fabiana Parra

Mateus Gamba Torres

Siti Mistima Maat

Nikoleta Zampaki

Silvina Sosa

Victor Ancajima Miñán

.....

Religación Press, es parte del fondo editorial del Centro de Investigaciones
CICSHAL-RELIGACIÓN | Religación Press, is part of the editorial collection of the
CICSHAL-RELIGACIÓN Research Center |

Diseño, diagramación y portada | Design, layout and cover: Religación Press.

CP 170515, Quito, Ecuador. América del Sur.

Correo electrónico | E-mail: press@religacion.com

www.religacion.com

Disponible para su descarga gratuita en | Available for free download at

<https://press.religacion.com>

Este título se publica bajo una licencia de Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0)

This title is published under an Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) license.



El presente libro tienen el aval del Centro de Investigaciones en Ciencias y Humanidades desde América Latina - CICSHAL.



Título: Diagnóstico de infraestructura física de Joa. Aplicación de energía solar en viviendas para el desarrollo productivo del sitio Joa

Derechos de autor | Copyright: Glider Nunilo Parrales Cantos, Erick Villavicencio Cedeño, Gabriela Noemi Indacochea Baque, Ernesto Marcelino Gualsaquí Muenala, Freddy Humberto Guillen Morales, Dayana Michelle Castro Chilán, Carlos José Zavala Vásquez, Cesar Arturo Baque Ceballos, Carlos Augusto Cobos Baque

Primera Edición | First Edition: 2026

Editorial | Publisher: Religación Press

Materia Dewey | Dewey Subject: 621.47 - Ingeniería de la energía solar

Clasificación Thema | Thema Subject Categories: THVS - Energía solar | RNU - Sostenibilidad | GTQ - Globalización

BISAC: TEC031010

Público objetivo | Target audience: Profesional / Académico | Professional / Academic

Colección | Collection: Ingeniería

Soportal Format: PDF / Digital

Publicación | Publication date: 2026-09-22

ISBN: 978-9907-845-12-9

[APA 7]

Parrales Cantos, G. N., Villavicencio Cedeño, E., Indacochea Baque, G. N., Gualsaquí Muenala, E. M., Guillen Morales, F. H., Castro Chilán, D. M., Zavala Vásquez, C. J., Baque Ceballos, C. A., & Cobos Baque, C. A. (2026). *Diagnóstico de infraestructura física de Joa. Aplicación de energía solar en viviendas para el desarrollo productivo del sitio Joa*. Religación Press. <https://doi.org/10.46652/ReligacionPress.480>

Revisión por pares

El presente libro constituye el resultado de un riguroso proceso de investigación académica, cuya calidad metodológica y solidez argumental han sido validadas mediante un sistema de revisión por pares externos implementado bajo el protocolo de doble ciego, bajo la supervisión del Centro de Investigaciones en Ciencias y Humanidades desde América Latina (CICSHAL). Como garantía de transparencia y rigor científico, los informes de evaluación realizados por los especialistas designados se conservan en el archivo institucional de la editorial, a disposición de las instancias que así lo requieran.

Peer Review

This book is the result of a rigorous academic research process, whose methodological quality and argumentative solidity have been validated through an external peer-review system implemented under a double-blind protocol, under the supervision of the Center for Research in Sciences and Humanities from Latin America (CICSHAL). As a guarantee of transparency and scientific rigor, the evaluation reports prepared by the designated specialists are preserved in the publisher's institutional archives, available to any party that may require them.

Sobre los autores

ABOUT THE
AUTHORS

Glider Nunilo Parrales Cantos

Universidad Estatal Del Sur De Manabí | Manabí | Ecuador

<https://orcid.org/0000-0002-2233-8825>

glider.parrales@unesum.edu.ec

Ingeniero Civil, Magister en Administración Ambiental, Investigador acreditado SENESCYT, Investigador de la Carrera de Ingeniería Civil UNESUM. Actual mente Profesor titular.

Erik Villavicencio Cedeño

Universidad Estatal Del Sur De Manabí | Manabí | Ecuador

<https://orcid.org/0000-0002-1887-5599>

erick.villavicencio@unesum.edu.ec

Ingeniero Civil Especialidad en estructuras graduado en la Universidad Técnica de Manabí, tiene una Maestría en Estructuras en la Escuela Politécnica Nacional.

Gabriela Noemi Indacochea Baque

Universidad Estatal Del Sur De Manabí | Manabí | Ecuador

gabyindacochea3@gmail.com

Ingeniera civil, Universidad Estatal del sur de Manabí. Magister en Gestión de Proyectos, Universidad San Gregorio.

Ernesto Marcelino Gualsaquí Muenala

Universidad Estatal Del Sur De Manabí | Manabí | Ecuador

<https://orcid.org/0009-0000-1799-8653>

gualsaqui-ernesto6721@unesum.edu.ec

Egresado de ingeniero civil, en la Universidad Estatal del sur de Manabí.

Freddy Humberto Guillen Morales

Universidad Estatal Del Sur De Manabí | Manabí | Ecuador

<https://orcid.org/0000-0002-1463-7032>

freddy.guillem@unesum.edu.ec

Ingeniero Civil, Universidad Técnica de Manabí en Ecuador; Magister en Administración Ambiental, Universidad Estatal Santiago de Guayaquil. Docente Contratado de la Universidad Estatal del Sur de Manabí.

Dayana Michelle Castro Chilán

Universidad Estatal Del Sur De Manabí | Manabí | Ecuador

<https://orcid.org/0000-0001-5245-167X>

dayana.castro.guillem@unesum.edu.ec

Universidad Técnica de Manabí en Ecuador; Magíster en Diseño y Gestión de Proyectos Tecnológico. Docente Contratado de la Universidad Estatal del Sur.

Carlos José Zavala Vázquez

Universidad Estatal Del Sur De Manabí | Manabí | Ecuador

<https://orcid.org/0000-0001-6265-2651>

carlos.zavala@unesum.edu.ec

Ingeniero Civil, Universidad Técnica de Manabí, Ecuador; Master en construcción de obras viales, Universidad Estatal del sur de Manabí, Ecuador. Profesor en la Carrera de Ingeniería civil de la Universidad Estatal del sur de Manabí.

Carlos Augusto Cobos Baque

Universidad Estatal Del Sur De Manabí | Manabí | Ecuador

<https://orcid.org/0009-0008-0432-3612>

carlosaugustocobosbaque@gmail.com

Licenciado en Pedagogía de la actividad Física y el Deporte, Universidad Técnica de Manabí, Ecuador.

Cesar Arturo Baque Ceballos

Universidad Estatal Del Sur De Manabí | Manabí | Ecuador

<https://orcid.org/0009-0009-8799-3677>

cesar.baque@unesum.edu.ec

Ingeniero Civil, Universidad Estatal del sur de Manabí, Ecuador; Magister en en Planificación de Infraestructura Física de Obras Civiles; Profesor en la Carrera de Ingeniería civil de la Universidad Estatal del sur de Manabí.

Resumen

Esta obra aborda el desafío global de la construcción sostenible y su aplicación en la comunidad Joa, cantón Jipijapa, Manabí, donde el 75% de las viviendas son precarias y la población enfrenta pobreza multidimensional. Derivado del proyecto de investigación Diagnóstico de infraestructura física para fomentar el desarrollo productivo del sitio Joa, el libro presenta un diagnóstico exhaustivo de la infraestructura local y propone modelos de vivienda social con materiales sostenibles como bambú y adobe ecológico, integrando paneles solares para reducir la huella ambiental en un 40%. La iniciativa busca mejorar la calidad de vida, potenciar la productividad agrícola y pesquera, y alinearse con los ODS 7, 11 y 13, ofreciendo una ruta viable para el desarrollo equitativo en comunidades vulnerables.

Palabras clave:

Construcción sostenible, Vivienda social, Materiales ecológicos, Energías renovables, Desarrollo comunitario.

Abstract

This work addresses the global challenge of sustainable construction and its application in the Joa community, Jipijapa canton, Manabí, where 75% of households are precarious and the population faces multidimensional poverty. Derived from the research project Diagnóstico de infraestructura física para fomentar el desarrollo productivo del sitio Joa, the book presents a comprehensive diagnosis of local infrastructure and proposes social housing models using sustainable materials such as bamboo and ecological adobe, integrating solar panels to reduce the environmental footprint by 40%. The initiative seeks to improve quality of life, enhance agricultural and fisheries productivity, and align with the Sustainable Development Goals (SDGs 7, 11, and 13), offering a viable pathway for equitable development in vulnerable communities.

Keywords:

Sustainable construction, Social housing, Ecological materials, Renewable energy, Community development.

Resumo

Esta obra aborda o desafio global da construção sustentável e sua aplicação na comunidade Joa, cantão Jipijapa, Manabí, onde 75% das habitações são precárias e a população enfrenta pobreza multidimensional. Derivado do projeto de pesquisa Diagnóstico de infraestructura física para fomentar el desarrollo productivo del sitio Joa, o livro apresenta um diagnóstico exaustivo da infraestrutura local e propõe modelos de habitação social com materiais sustentáveis, como bambu e adobe ecológico, integrando painéis solares para reduzir a pegada ambiental em 40%. A iniciativa busca melhorar a qualidade de vida, potencializar a produtividade agrícola e pesqueira e alinhar-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS 7, 11 e 13), oferecendo um caminho viável para o desenvolvimento equitativo em comunidades vulneráveis.

Palavras-chave:

Construção sustentável, Habitação social, Materiais ecológicos, Energias renováveis, Desenvolvimento comunitário.

DIAGNÓSTICO DE INFRAESTRUCTURA FÍSICA DE JOA

Aplicación de energía solar en viviendas para el desarrollo productivo del sitio Joa

CONTENIDO

Revisión por pares	7
Peer Review	7
Sobre los autores	8
About the authors	8
Resumen	10
Abstract	11
Resumo	11
Introducción	16

Capítulo 1	19
Introducción, generalidades, antecedentes	19
Introducción	20
Generalidades	21
Construcción de viviendas	21
Impacto ambiental en la construcción	24
Antecedentes	27
Vivienda	31
Características de una vivienda adecuada	31
Seguridad de la tenencia	31
Disponibilidad de servicios, materiales, instalaciones e infraestructura	32
Asequibilidad	32
Habitabilidad	32
Accesibilidad	32
Ubicación	33
Adecuación cultural	33
Viviendas de interés social. (VIS)	33
Viviendas Sostenibles	35
Características de una vivienda sostenibles.	36
Sostenibilidad en la construcción de viviendas	38
Viviendas con materiales sostenibles	38

Material es sostenibles	39
Tipos de materiales sostenibles	39
Caña guadua o guadua angustifolia kunth	39
Madera	41
Adobe	41
Energía solar	41
Sistema Fotovoltaicos	42
Componentes de un sistema fotovoltaico	43
Tipo de sistemas fotovoltaicos	45
Paneles solares	45
Tipo de paneles solares	46
Vida útil de los paneles solares	49
Impacto ambiental	50
Normativas y reglamentos	50
Operacionalización de variables	51
Capítulo 2	54
Tipo y diseño la exploración	54
Tipo de la exploración	55
Nivel de la exploración	55
Estrategia de la investigación	56
Diseño de la investigación	56
Enfoque de la investigación	56
Población y muestra	57
Población vivienda	57
Muestra vivienda	58
Capítulo 3	62
Análisis de las condiciones actuales del tipo de vivienda y consumo de energía eléctrica en el sitio Joa del cantón Jipijapa	62
Tipo de vivienda y consumo de energía eléctrica en el sitio Joa del cantón Jipijapa.	63
Capítulo 4	72
Caracterización y certificación del impacto de los materiales de construcción sostenibles para la construcción de viviendas de interés social a través del Software EDGE.	72

Materiales sostenibles utilizados.	73
Paneles solares	73
Módulos utilizados para el diseño.	74
Bambú estructural	75
Materiales convencionales utilizados.	77
Dosificación y mezcla del hormigón	78
Modelado en software Edge	78

Capítulo 5 83

Propuesta de un sistema de energía solar fotovoltaica para la vivienda de interés social en el sitio Joa del cantón Jipijapa.	83
Ubicación geográfica del sitio Joa, del cantón Jipijapa	84
Diagnóstico energético de la vivienda de interés social	85
Área disponible en el techo de la vivienda de interés social	86
Dimensionamiento del sistema fotovoltaico On grid (Conectada a red)	87
Cálculo del ángulo óptimo de inclinación del panel solar	88
Cálculo de la potencia pico de los paneles solares	89
Cálculo del número de paneles solares	90
Cálculo del número de paneles solares sistema	92
Área necesaria para la instalación de los paneles solares	92
Número total de paneles solares para el sistema	93
Cálculo de la potencia nominal instalada	93
Estimación del inversor	94
Diseño y simulación del proyecto en el software PVsyst 8.0	95

Capítulo 6 101

Diseño arquitectónico de vivienda de interés social para el sitio Joa del cantón Jipijapa.	101
Conclusiones	111

Referencias 113

TABLAS	Tabla 1. Características principales de los paneles solares	49
	Tabla 2. Operacionalización de las variables	51
	Tabla 3. Especificaciones del panel solar.	74
	Tabla 4. Propiedades mecánicas del Bambú GaK	76
	Tabla 5. Áreas con presencia de bambú en Ecuador	76
	Tabla 6. Resumen de resultados de modelado en el software Edge.	78
	Tabla 7. Consumo diario de una vivienda de interés social	85
	Tabla 8. Resultado de consumo de energía diaria total de la vivienda interés social en el Software EDGE.	86
	Tabla 9. Irradiancia solar para el sitio Joa, año 2024	89
	Tabla 10. Voltaje del sistema en (W)	91
	Tabla 11. Presupuesto referencial de sistema fotovoltaico propuesto	95

Introducción

El desafío global de la construcción sostenible

En la era contemporánea, la construcción tradicional representa uno de los sectores con mayor impacto ambiental mundial, consumiendo recursos no renovables y generando desechos contaminantes. Según el Informe de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente (2024), este sector contribuye con el 39% de las emisiones globales de CO₂. En Ecuador, la huella de carbono derivada de la edificación convencional agrava esta crisis, demandando transiciones hacia materiales sostenibles y energías renovables para comunidades vulnerables.

Contexto local: Joa en el cantón Jipijapa, Manabí

La comunidad Joa, en el cantón Jipijapa (provincia de Manabí), enfrenta una demanda creciente de viviendas dignas en un entorno de escasos recursos. Datos del INEC (Censo 2022), indican que el 68% de la población rural de Manabí vive en pobreza multidimensional, con solo el 45% accediendo a servicios básicos de agua y electricidad confiables. En Joa específicamente, el GAD Jipijapa reporta (2023) que el 75% de las viviendas son precarias, limitando el desarrollo productivo agrícola y pesquero, cla-

ve para la economía local con un PIB cantonal de USD 120 millones anuales, mayoritariamente de banano y cacao.

Objetivo del libro y propuesta investigativa

Este libro, derivado del proyecto de investigación Diagnóstico de infraestructura física para fomentar el desarrollo productivo del sitio Joa, cantón Jipijapa, presenta un análisis exhaustivo de la infraestructura actual —viviendas, redes de servicios y espacios productivos— y propone modelos de vivienda social con materiales sostenibles (como bambú y adobe ecológico) e integración de paneles solares. La iniciativa busca reducir la huella ambiental en un 40% (estimación basada en modelos del Ministerio de Ambiente de Ecuador, 2024), mejorar la calidad de vida y potenciar la productividad local.

Contribuciones y alineación con ODS

Las páginas siguientes detallan prácticas constructivas responsables que conservan el ecosistema manabita, minimizan costos energéticos a largo plazo (hasta 60% de ahorro, per estudios del IRENA 2025) y alinean con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS 7, 11 y 13). Esta obra ofrece una ruta viable para el desarrollo equitativo en Joa y comunidades similares.

Capítulo 1

Introducción, generalidades, antecedentes

DIAGNÓSTICO DE INFRAESTRUCTURA FÍSICA DE JOA
Aplicación de energía solar en viviendas para el desarrollo productivo del
sitio Joa

Introducción

En la actualidad, la construcción tradicional de viviendas y edificios genera uno de los mayores impactos ambientales a nivel mundial, por su alto consumo de recursos no renovables y la contaminación derivada de los desechos de materiales. Esto representa un desafío crítico para comunidades de escasos recursos, que demandan soluciones habitacionales sostenibles. En Ecuador, la construcción convencional incrementa directamente la huella de carbono nacional, lo que evidencia la urgencia de adoptar materiales sostenibles y energías renovables.

En la comunidad Joa, del cantón Jipijapa en la provincia de Manabí, la creciente demanda de viviendas se agrava por el limitado acceso a recursos económicos y servicios básicos. En este contexto, surge la necesidad de modelos habitacionales innovadores que integren materiales sostenibles y sistemas de energía limpia, para elevar la calidad de vida y minimizar el impacto ambiental.

Por ello, esta investigación propone el diseño de viviendas de interés social con materiales sostenibles y paneles solares, fomentando el desarrollo sostenible y la equidad social en Joa. Además, promueve prácticas constructivas responsables que no solo satisfagan necesidades habitacionales, sino que también conserven el ambiente y reduzcan costos energéticos a largo plazo. Esta alternativa

responde a los retos ambientales y sociales actuales, alineándose con los Objetivos de Desarrollo Sostenible para mejorar la calidad de vida.

Generalidades

Construcción de viviendas

La industria de la construcción ha generado grandes impactos, tanto negativos como positivos, en la sociedad, por tal motivo el diseño de viviendas dignas y sostenibles es un reto para las comunidades de bajos ingresos económicos. A pesar de los progresos tecnológicos y el aumento de conciencia frente al impacto ambiental, por lo que las soluciones de viviendas con materiales convencionales a menudo no incluyen materiales sostenibles ni recursos reparables, como serían los paneles solares, con ello generando un impacto ambiental relevante y limitando el acceso a recursos energéticos económicos.

Esto conlleva a un malestar en las familias, así como mantiene la dependencia de los recursos no renovables los cuales producen efectos dañinos en el medio ambiente. Por lo tanto, resulta importante diseñar y elaborar modelos de viviendas de interés social con materiales sostenibles y fuentes de energía renovable, satisfaciendo las demandas sociales, económicas y medioambientales.

Para Bautista & Loíza (2018), la construcción es la mayor consumidora de recursos naturales y una de las principales causantes de la contaminación atmosférica. Como ejemplo un edificio puede consumir entre el 20 y el 50 % de los recursos físicos, tanto así que por cada metro cuadrado construido se gastan más de 2 toneladas.

El párrafo anterior presenta una visión clara y preocupante sobre el papel de la construcción en el impacto ambiental a nivel global. Una de las cuestiones más importantes es conocer el impacto ambiental en el país de las construcciones tradicionales, según el sitio web Saint Gobain.

En el Ecuador, la industria de la construcción se asocia con alrededor de 25% del consumo energético nacional, siendo uno de los principales sectores asociados con la generación de emisiones contaminantes, contribuyendo de manera sustancial a la huella de carbono del país. En este sentido, estrategias de diseño bioclimático y el uso de materiales ecológicos, se presentan como alternativas con la capacidad de disminuir el impacto ambiental del sector, por lo que su aplicación nacional es esencial para combatir el calentamiento global (SaintGobain, 2024).

Con lo expuesto por el anterior autor es muy evidente la necesidad de transformar este sector hacia modelos más sostenibles que prioricen la eficiencia en el uso de

recursos naturales, la reducción de emisiones de gases y reducir el impacto ambiental.

La escasa difusión de metodologías para implementar proyectos de construcción sostenible constituye uno de los principales obstáculos para su desarrollo en el sector de la construcción ecuatoriano, según Samaniego (2021), afirmó: La poca existencia de proyectos sostenibles en el Ecuador es un reflejo de la falta del uso de parámetros amigables con el medio ambiente, debido a esto en el año 2017 solamente existían alrededor de 10 edificaciones certificadas LEED (Leadership in Energy & Environmental Design).

En conclusión, la construcción sostenible en Ecuador se encuentra en una etapa de desarrollo y es necesario implementar medidas urgentes para revertir esta situación.

Conocer la necesidad de implementar viviendas sostenibles para el desarrollo y mejorar la economía según otro autor: El desafío de lograr un desarrollo sostenible se alinea con la necesidad de viviendas de interés social. Esto, como una manera de afrontar el acceso limitado a recursos financieros y tecnológicos, que, junto al implementación de prácticas de construcción sostenibles, puede mejorar la calidad de vida de las personas y reducir el impacto ambiental de las nuevas construcciones (Parrales, 2023).

Asimismo, el autor destaca la necesidad de abordar soluciones habitacionales en Jipijapa. En este sentido, la falta de recursos económicos es un desafío que propician la generación de soluciones innovadoras que benefician a la población y reduzcan el ambiental. Por lo tanto, la sostenibilidad dentro de la construcción de viviendas representa una oportunidad clave para contribuir al desarrollo y mejora de la calidad de vida de los habitantes de Jipijapa.

Impacto ambiental en la construcción

La presente investigación analiza el impacto ambiental de los materiales de construcción convencionales y propone el diseño de viviendas de interés social en la comunidad Joa (cantón Jipijapa, Manabí), utilizando materiales sostenibles y paneles solares. Este proyecto aporta una solución viable a los retos locales: el alto impacto ambiental y las limitaciones económicas, al reducir emisiones de CO₂, preservar recursos naturales y bajar costos en servicios básicos a largo plazo.

No obstante, la investigación se realiza desde un punto de vista ecológico y social, coincidiendo con los fines de reducir el impacto ambiental y preservar los recursos naturales, a diferencia de las viviendas tradicionales, las cuales representaban una de las mayores contribuyentes

a las emisiones de carbono y al uso de recursos no renovables.

Asimismo, por la necesidad de garantizar un acceso a energía eléctrica sostenible y eficiente a las viviendas, reducir los costos asociados a fuentes convencionales y minimizar el impacto ambiental. El área abordada, se caracterizaba por estar ubicada en un valle con presencia de alta radiación solar, por lo que se decidió aprovechar este tipo de energía limpia para mejorar la calidad de vida de sus habitantes, cumpliendo con criterios de políticas nacionales. A su vez, el implemento de tecnologías accesibles, contribuyó al desarrollo local por medio de la reducción de emisiones de CO₂, permitiendo crear modelos replicables para otras comunidades, ya que su viabilidad técnica, beneficios socioeconómicos y contribución al ODS7 posicionaron a la propuesta como una solución para la comunidad Joa.

Por otro lado, la investigación tenía como finalidad motivar el uso de materiales y tecnologías sostenibles para lograr disminuir la huella de carbono y el fomento de prácticas de construcción con menos impacto ambiental. La incorporación de este tipo de tecnologías no solo redujo el impacto ambiental dentro de la construcción, sino que también benefició económicamente a largo plazo a las familias por la reducción en sus gastos asociados a servicios básicos.

Además, la realización de este proyecto fue una oportunidad inmejorable para el sitio Joa, ya que les permitió contar con un proyecto de viviendas que les brindará una vida digna y saludable en busca de un futuro mejor.

Por último, este estudio se llevó a cabo mediante este trabajo de titulación, modalidad proyecto de investigación. Es importante señalar que se tomó en cuenta los siguientes aspectos: conveniencia, relevancia social, valor teórico y utilidad metodológica.

En tal sentido, se pudo decir que el proyecto fue conveniente, puesto que permitió al sitio Joa tener un prototipo de viviendas que ayudará, a largo plazo, a reducir los gastos económicos en servicios básicos.

Asimismo, el proyecto tuvo relevancia social, ya que, en primer lugar, les permitió obtener un impacto significativo en la calidad de vida de los habitantes del sitio Joa, lo que generó un lugar saludable para el desarrollo de las familias del sitio. De igual manera, el estudio tuvo implicaciones prácticas, que ayudaron a percibir la realidad de la problemática presente en ese momento y abrieron la posibilidad de que esta se superara con el estudio y la realización del proyecto.

El valor teórico de este proyecto permitió aplicar los conocimientos adquiridos en las aulas universitarias y ponerlos en práctica. Con la información y los resultados

que se obtuvieron, se pudo afrontar la problemática del impacto ambiental de los materiales de construcción convencionales.

Finalmente, el proyecto tuvo utilidad metodológica, ya que permitió encontrar una propuesta de solución al problema planteado. Es decir, el problema identificado a través de la variable principal (independiente) tuvo como aporte el diseño de viviendas de interés social con materiales sostenibles, implementando paneles solares, en respuesta a las preguntas de investigación y a los objetivos planteados.

Antecedentes

Loor (2024), en su trabajo de titulación realizado en la Universidad Estatal del Sur de Manabí denominado propuso como objetivo general realizar el diseño de una vivienda utilizando materiales alternativos tales como la caña guadua, madera, y materiales convencionales, para tal efecto utilizó las técnicas como trabajo in situ, encuestas, compilación bibliográfica y los instrumentos como el flexómetro, computador, celular, cuaderno entre otros, así como software de dibujo AutoCAD y Google Earth.

Con los cuales alcanzo los siguientes resultados en cual se destacan un diseño innovador de viviendas de interés social que cumplen con estándares de seguridad y

calidad de vida, proporcionando una solución económica que minimiza el impacto ambiental. Se identifican materiales y técnicas constructivas adecuadas para las condiciones del Cantón Jipijapa y la Comuna Joa. En resumen, se demuestra que es viable diseñar viviendas de interés social en esta región, mejorando la calidad de vida y reduciendo los costos de construcción, así mismo estableció la conclusión, el detallado análisis de las propiedades de la caña guadua y la madera de laurel ha evidenciado su potencial como materiales de construcción sostenibles, capaces de satisfacer los requerimientos de resistencia, durabilidad y estética de una vivienda (Loor, 2024).

Este estudio, guarda relación con la presente investigación en la decisión de emplear recursos naturales los cuales que se alinea con una visión integral de desarrollo que prioriza el respeto por el medio ambiente y la búsqueda de alternativas constructivas más amigables con el planeta. Los resultados obtenidos en el diseño de esta vivienda demuestran que es posible combinar tradición y modernidad, ofreciendo espacios habitables seguros, confortables y respetuosos con el entorno.

Según Prado (2022), en su trabajo de titulación realizado en la Universidad de Especialidades Espíritu Santo denominado, planteó como objetivo general diseñar una vivienda de interés social utilizando los principios sostenibles como son el clima y los materiales endémicos en

las 4 regiones del Ecuador con la finalidad de buscar otras alternativas habitacionales en el país, para lo cual utilizó las técnicas de encuestas y entrevistas, y los instrumentos utilizados ficha de encuesta y hoja de entrevista.

Según el autor en su investigación obtuvo los siguientes resultados:

El diario vivir de las familias se caracterizaba por el discomfort. En este sentido, la aplicación de principios sostenibles en viviendas de interés social beneficia a familias tanto en el área económica como ambiental. Por medio de un método de investigación mixto, se logró realizar el diseño arquitectónico de dos tipos de viviendas, además de identificar características y estrategias con base al estado climático de cada región, aplicables en el momento de diseñar (Prado, 2022).

El análisis de factibilidad ambiental, comercial y financiera concluyó la viabilidad de este proyecto de interés social, identificando al Ministerio de Desarrollo y Vivienda como un potencial aliado para el desarrollo de esta iniciativa, ya que es una institución comprometida con la construcción de viviendas sostenibles, viéndose esto reflejado en el Plan Nacional de Vivienda. Asimismo, menciona que este tipo de iniciativas pueden verse fortalecidas con el implemento de huertos urbanos como una fuente adicional de ingresos para las familias beneficia-

das, impactando de forma directa en su calidad de vida (Prado, 2022).

Finalmente, el estudio ambiental ha permitido identificar las condiciones climáticas y ecológicas del lugar, asegurando que el proyecto se ejecute de forma responsable y minimizando su impacto negativo en el entorno.

Esta investigación, guarda relación con el siguiente proyecto en el diseño arquitectónico de viviendas de interés social que se realizará en el sitio Joa del cantón Jipijapa, el cual está ubicado en una de las 4 regiones mencionadas en este caso la Costa o Litoral ecuatoriano.

Palomino & Zamora (2021), en su trabajo de titulación realizado en la Universidad Palma, propusieron como objetivo general diseñar una vivienda de interés social con materiales sostenibles a fin de mitigar la contaminación ambiental a través de un trabajo de gabinete.

La metodología propuesta fue de tipo deductivo, con una investigación aplicada y de enfoque mixto, donde se buscó cuantificar el costo de la ejecución de la vivienda de interés social, midiendo al mismo tiempo el impacto ambiental que genera y describiendo los criterios que implementan ese tipo de viviendas fabricadas con materiales sostenibles. Con el análisis realizado se logró concluir que es recomendable este tipo de procesos para viviendas de 1 a 3 pisos (Palomino & Zamora, 2021).

Está investigación guarda relación con el siguiente proyecto en la implementación de materiales sostenibles para una vivienda de interés social.

Vivienda

En la actualidad se distinguen cuatro términos relacionados a la vivienda, estos son: casa, hogar, domicilio y residencia. “En términos generales una vivienda adecuada es aquel espacio construido para brindar a sus ocupantes seguridad, protección, estabilidad e identidad” (Miranda, 2019).

Características de una vivienda adecuada

Según ONU-Habitad (2025), la vivienda adecuada debe proveer más que cuatro paredes y un techo, además de cumplir una serie de condiciones específicas antes de considerarse como vivienda adecuada. Asimismo, el autor señala que los siete elementos de una vivienda adecuada son:

Seguridad de la tenencia

Asociada a las condiciones que le garantizas a sus ocupantes la protección legal contra el desalojo forzoso, el hostigamiento, entre otras situaciones.

Disponibilidad de servicios, materiales, instalaciones e infraestructura

Incluye la disponibilidad de agua potable y servicios sanitarios y eléctricos, así como la conservación de alimentos y sistema de gestión de residuos.

Asequibilidad

El costo de la vivienda debe permitir que las personas puedan acceder a ella, pero sin limitar su disfrute de los servicios básicos o cualquier actividad dentro de sus derechos. Será asequible si un hogar destina menos del 30% de sus ingresos para gastos asociados a ella.

Habitabilidad

Se refiere a todas las condiciones que permitan garantizar la seguridad de sus residentes, proporcionando un espacio habitable que proteja contra el frío, la humedad, calor u otro riesgo para la salud.

Accesibilidad

Según el autor ONU-Habitad (2025), el diseño de la vivienda debe considerar las necesidades específicas de

los grupos desfavorecidos y marginados, particularmente de personas con discapacidad.

Ubicación

La ubicación debe ofrecer acceso al empleo, servicios básicos, escuelas, guarderías y debe estar fuera de zonas de riesgo o contaminadas.

Adecuación cultural

Una vivienda es adecuada si su ubicación respeta y toma en cuenta la expresión de identidad cultural.

Viviendas de interés social. (VIS)

Las viviendas de interés social (VIS) es un componente fundamental para asegurar el derecho a una vivienda digna. No obstante, en un escenario de preocupación creciente por la sostenibilidad y el impacto ambiental, el diseño de estas viviendas debe superar el cumplimiento de las necesidades de vivienda básicas. Por lo tanto, la adopción de materiales sostenibles son una alternativa para enfrentar los retos sociales, económicos y ambientales actuales. En el caso de la comunidad Joa, es necesaria la generación de innovación que se adapte al contexto social y demanda de la población. Según Miranda (2019), la

vivienda de interés social se define como aquella dirigida a los sectores más vulnerables de la población, y cuya finalidad es favorecer a su adecuado desarrollo dentro de la sociedad.

En cuanto a conceptos de vivienda interés social, en general es aquella vivienda que el estado entrega a la población con mayor índice de pobreza. Según los siguientes autores:

La vivienda de interés social significa algo más que tener un techo bajo el que guarecerse, es disponer de un lugar privado con espacio suficiente, accesibilidad física, seguridad adecuada, seguridad de tenencia, estabilidad y durabilidad estructural, iluminación, calefacción, ventilación suficiente y una infraestructura básica adecuada (Araujo, 2017).

Realia (2024), define a la vivienda de interés social (VIS) como una solución habitacional destinada a familia de bajos o moderados ingresos, con el objetivo de mejorar su calidad de vida. Este tipo de vivienda se asocia con incentivos del gobierno para aumentar su accesibilidad, además de cumplir con aspectos específicos orientados al diseño, costo y sostenibilidad.

En Ecuador, el Decreto Ejecutivo N.º 405 de 2022 establece el “Reglamento de Vivienda de Interés Social e Interés Público”, el cual señala los diferentes criterios y

procedimientos para la promoción, construcción y acceso a viviendas destinadas a sectores de la población con menores ingresos. Este reglamento también incluye incentivos financieros, normas técnicas y procedimientos administrativos destinados a garantizar el acceso a viviendas dignas y sostenibles (Decreto Ejecutivo 405, 2022).

Figura 1. Viviendas de Interés Social



Nota: Ekos Construcción (2023). Conjunto de viviendas de interés social.

Viviendas Sostenibles

Una vez establecidos los conceptos fundamentales de vivienda y vivienda de interés social, resulta imprescindible analizar el concepto de vivienda sostenible. Este modelo constructivo se define como aquel que integra criterios de eficiencia energética, uso racional de recursos y minimización del impacto ambiental durante todo su

ciclo de vida, según Simon (2023), las viviendas sostenibles son espacios residenciales diseñados y construidos con enfoque en la minimización del impacto ambiental, la promoción de la eficiencia en el uso de recursos y la optimización del consumo energético por vivienda.

Figura 2. Vivienda Sostenible



Nota: Simon (2023). Se puede observar un modelo de vivienda sostenible el cual aprovecha un sistema fotovoltaico para dotar luz eléctrica a la vivienda.

Características de una vivienda sostenibles.

Según Simón (2023), menciona que las viviendas de interés social deben diseñarse siguiendo principios de arquitectura sostenible, utilizando materiales de construcción ecológicos y equipándose con un sistema de iluminación de alta eficiencia energética.

Una vivienda sostenible está caracterizada debido a que su construcción se basa en la utilización de materias

primas ecológicas o reciclables las cuales a su vez aporten características aislantes una parte importante de estas es que se debe de tener cuidado en ciertos lugares de la construcción como lo serían las ventanas o puertas ya que en estos lugares son los cuales se pierde más energía (Realia, 2024).

La ubicación. Debe aprovechar al máximo las condiciones naturales de la zona como luz o agua, para reducir la demanda energética (Realia, 2024).

Los materiales de construcción. Las materias primas deben ser ecológica como la piedra, el corcho o el PVC, en especial en las ventanas ya que están asociadas con la mayor pérdida de energía (Realia, 2024).

Fuentes de energía renovables y limpias. Pueden obtenerse por medio de la instalación de placas solares o sistemas de calefacción eficientes, también incluyen sistemas de reciclaje para la gestión del agua (Realia, 2024).

Sistema de ventilación. Las viviendas de esta categoría se distinguen por su ubicación, la cual será beneficiosa para una mejor ventilación, ya que esto contribuirá a que la vivienda no sea excesivamente calurosa ni excesivamente fría en función de las temporadas del año (Realia, 2024).

Habitabilidad. Asociada con la instalación de electrodomésticos eficientes e iluminación de bajo consumo (Realia, 2024).

Sostenibilidad en la construcción de viviendas

La planificación de infraestructuras urbanas se ha presentado como un elemento clave para promover la sostenibilidad ambiental, pero persisten importantes desafíos que limitan su efectividad (Sánchez et al., 2025).

La sostenibilidad dentro del sector de la construcción se enfoca en la reducción del impacto ambiental durante toda la vida útil de la edificación. Este enfoque se fundamenta en el uso de materiales reciclados o renovables, la reducción de residuos y la eficiencia energética, contribuyendo al cumplimiento de los Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) en especial en el asociado con ciudades y comunidades sostenibles (ONU Habitat, 2025).

Viviendas con materiales sostenibles

Actualmente, la construcción con materiales sostenibles es uno de los asuntos más relevantes en los que el Ingeniero Civil se esfuerza por minimizar el impacto ambiental de las construcciones convencionales.

Por esta razón, busca métodos de construcción simples y tradicionales, donde los materiales de construcción sean adquiridos en el área local y totalmente sostenibles. En otras palabras, mediante un equipo de expertos se analiza el diseño y manejo de construcciones saludables y resistentes, basadas en principios ecológicos y en la utilización eficaz de los recursos naturales.

Para Moreira et al (2019), en relación con los diversos matices de las investigaciones estudiadas, se puede deducir que las VIS diseñadas con materiales ecológicos no solo deben ser proyectadas por el tipo de material, sino también a través de un análisis del entorno, condiciones ambientales, cultura, tradiciones, entre otros aspectos.

Materiales sostenibles

Un material es considerado sostenible cuando, en términos medioambientales, proviene de fuentes renovables, abundantes y de cercanía, consume poca energía y no es contaminante durante su ciclo de vida (García,2016).

Tipos de materiales sostenibles

Caña guadua o guadua angustifolia kunth

La caña guadúa, un tipo de bambú nativo de América Latina es ampliamente reconocida por sus excelentes ca-

racterísticas constructivas, lo que la convierte en un material de construcción versátil y sostenible.

La *Guadua* es el género de bambú más importante de América formado por 30 especies. *Guadua angustifolia* nativa de Colombia es la especie más importante debido a sus buenas propiedades físico-mecánicas. Puede encontrarse naturalmente desde Ecuador hasta Venezuela entre los 0 a 2000 msnm, donde el desarrollo óptimo se evidencia entre los 500 y 1.500, con temperaturas entre los 17 a 26 °C, precipitaciones de 1200 a 2500 mm/año, humedad relativa del 80 a 90% y suelos de moderada fertilidad y bien drenadas, características típicas de la región central andina (Bambusa, 2024).

Figura 3. Estructura de bambú.



Nota: Bambusa (2024). Se puede observar un modelo de vivienda sostenible el utiliza bambú para la estructura del techo.

Madera

Según Tecnología y ciencia (2018), “La madera es un material encontrado como principal contenido del tronco de un árbol. Los árboles se caracterizan por tener troncos que crecen cada año y que están compuestos por fibras de celulosa unidas con lignina”.

Adobe

El adobe como material de construcción está hecha a partir de arcilla por lo cual la calidad de esta será mayor o menor dependiendo del tipo de arcilla utilizada, el adobe al igual que el ladrillo, se utiliza para construir paredes y otros tipos de muros que sostienen construcciones, así mismo se podría incluirlo en la lista de materiales para construir una vivienda, aunque su uso sea un poco reducido. El adobe se ha empleado como material de construcción desde hace mucho tiempo. Aunque no es el material más duradero del mercado, sí es el más ecológico (Sacosa, 2023).

Energía solar

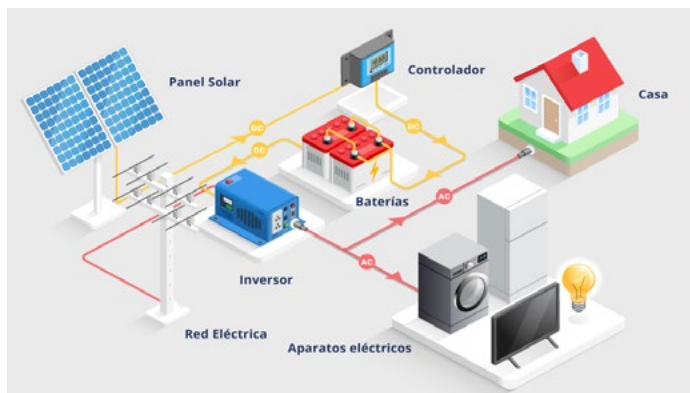
Se define como la energía renovable e inagotable generada por el sol, que proporcionan luz durante el día.

Cada partícula de luz solar que llega a la superficie terrestre, conocida como fotón, contiene energía que alimenta nuestro planeta actualmente existen dos tipos: energía solar térmica y la energía fotovoltaica. (Aqua Fundación, 2021)

Sistema Fotovoltaicos

Los sistemas fotovoltaicos (sistema FV) es aquel que transforma la energía solar en electricidad valiéndose del efecto fotovoltaico. Estos constituyen los elementos principales de los sistemas solares como los paneles solares (Alonso, 2024).

Figura 4. Sistema fotovoltaico



Nota: Hi Power (2023). Se puede observar los componentes principales de un sistema fotovoltaico On grid.

Componentes de un sistema fotovoltaico

Según Alonso (2024), un sistema fotovoltaico tiene 7 componentes:

- **Placas o paneles solares:** contienen células solares fabricadas con materiales semiconductores con la capacidad de convertir la luz solar en electricidad de corriente continua. Lo más utilizados son los monocristalinos de 300 a 700W donde los módulos deben contar con las certificaciones IEC 61215, 61701, 62716, 61730 además del marcado CE (Alonso, 2024).
- **Cableado:** conecta los distintos componentes para lograr la circulación de la electricidad dentro de la instalación eléctrica. En el contexto de la energía solar, el cable utilizado es el H1Z2Z2-K con certificación IEC 62930 y EN 50618 (resistencia a rayos ultravioleta), flexible y que puede ser instalado a la intemperie (Alonso, 2024).
- **Inversores:** convierte la electricidad generada por los paneles o la obtenida por la batería en corriente eléctrica alterna de uso cotidiano. Existen dos tipos, para sistemas aislados que no tienen conexión a red y los de conexión a red (Alonso, 2024).

- Controladores de carga: aquellos que regulan la tensión y la corriente que va a la batería para evitar sobrecargas (Alonso, 2024).
- Baterías: almacenan el exceso de electricidad generada por los paneles para su posterior utilización. En sistemas aislados se utilizan baterías de plomo ácido, AGM y Gel (Alonso, 2024).

En el caso de sistemas conectados a la red, se utilizan baterías de litio-ferrofostato y pueden tener sistemas de “back-up” que permiten alimentar ciertos circuitos internos (Alonso, 2024).

- Estructuras de soporte: encargadas de sostener y fijar los paneles solares fotovoltaicos. Se fabrican a partir de aluminio y aluminio anodizado, con estructuras coplanares o con diferentes ángulos (Alonso, 2024).
- Sistemas de monitorización: son aquellos que realizan actividades de seguimiento del rendimiento y producción, incluso otorgan datos que ayuden al proceso de mantenimiento que puede llegar a ser vía internet (Alonso, 2024).

Tipo de sistemas fotovoltaicos

Según Caballero (2025), existen dos tipos de sistema solar:

- Instalaciones aisladas de la red eléctrica (Off grid). Este un tipo de sistema no está conectado a la red de distribución por lo cual necesitas baterías para almacenar y luego ser suministrada a la vivienda.
- Instalaciones conectadas a la red eléctrica (On grid). En este tipo de sistema la luz y el sistema de energía solar conviven para suministrar la electricidad necesaria a una vivienda.

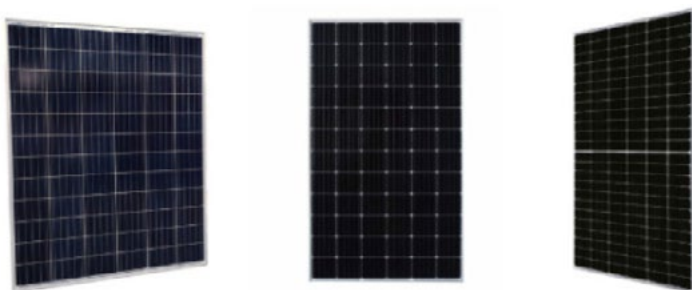
Paneles solares

“Los paneles solares o fotovoltaicos consisten en una estructura rectangular con una unidad básica de transformación que es la célula solar y mide aproximadamente 10 centímetros cuadrados” (BBVA, 2025).

“Un panel solar es un dispositivo que convierte la energía solar en energía eléctrica utilizable. Está hecho de células solares, que son dispositivos electrónicos. Cada tipo de panel solar es diferente y no todos funcionan de la misma manera” (Auto Solar, 2024).

“Los paneles solares son un generador corriente continua (CC) que mediante un inversor se convierte en corriente alterna (CA)” (Alonso, 2024).

Figura 5. Paneles solares



Nota: Auto Solar (2024). Se puede observar tipos de paneles solares, de izquierda a derecha (monocrystalino, policristalino y silicio amorfo).

Tipo de paneles solares

Los paneles solares o placas foto voltaicas contienen células solares fabricadas con materiales semiconductores que convierten la luz solar en electricidad de corriente continua, siendo lo más utilizados los monocristalinos con potencias desde 300W hasta 700W (Alonso, 2024).

Según Auto Solar (2024), los tipos de paneles solares pueden en los siguientes 5 grupos principales:

- Tipo de célula fotovoltaica

Monocristalinas. Estos tipos de placas solares se componen de células que contienen un solo cristal, dividido en láminas de silicio finas, además de poseer una extensa durabilidad es por ello garantizan un alto rendimiento de la energía solar captada. Estas clases de placas solares poseen una eficiencia que oscila entre un 18% y un 20%, lo que significa que poseen una alta capacidad de conversión (Auto Solar, 2024).

- Policristalinos. Los paneles solares de tipo policristalino son uno de los tipos más famosos en el mercado, su producción se basa en la fundición de pedazos de silicio, lo que resulta en la composición de variados tipos de cristales. Esto se realiza a través de un proceso rápido de refrigeración del silicio fundido, logrando un acabado menos homogéneo que las monocristalinas, estas placas están compuestas por células que poseen múltiples cristales. Su tonalidad generalmente es azul y bastante variada. Se producen con mayor velocidad y poseen una eficiencia del 16 al 18% (Auto Solar, 2024).
- Silicio amorfo. Estas clases de paneles solares representan una opción más asequible pero menos eficaz son los que ofrecen el menor rendimiento, ya que para obtener la misma producción de

energía requeriríamos el doble de paneles solares de silicio amorfo que de monocristalinos o policristalinos, una de las características más destacadas es su flexibilidad debido a que se componen de células amorfas de grosor muy reducido (Auto Solar, 2024).

- De capa delgada. Este tipo de panel solar se caracteriza por una composición variada en los materiales semiconductores los cuales forman una capa de espesor delgado, estos materiales pueden ser el telururo de cadmio, el seleniuro de cobre e indio o el seleniuro de cobre, entre otros (Auto Solar, 2024).

Son un tipo paneles más flexibles y ligeros lo que los hace ideales para techos curvos o superficies no planas o irregulares, este tipo de panel presenta dos desventajas muy claras la poca eficiencia en la conversión de la energía solar y sus materiales son muy tóxicos algo que va en contra del uso y la implantación de energía solar (Auto Solar, 2024).

- Bifaciales. Este tipo de panel presenta una principal ventaja la cual una mayor capacidad de captación de la energía solar por ambas caras del panel, por lo tanto, pueden conseguir un 15% más de producción de energía eléctrica que otros tipos de paneles solares, así mismo cabe recalcar

que son muy eficientes en áreas con superficies reflectantes como el agua y la nieve.

Tabla 1. Características principales de los paneles solares

Tipos de placas solares	Características principales
Monocristalinos	Mayor eficiencia y rendimiento Eficiencia del 18% - 20%
Policristalinos	Funciona en altas temperaturas Eficiencia de 16% - 18%
Silicio Amorfo	Menor rendimiento y eficiencia. Mayor flexibilidad
Capa Delgada	Materiales de semiconductores variados. Mayor flexibilidad y ligeros Materiales tóxicos.
Bifaciales	Mayor capacidad de captación de energía solar Doble cara de captación Eficiencia hasta en un 15% más que los otros tipos de paneles.

Nota: elaboración propia. Se identifican las características de los paneles solares.

Vida útil de los paneles solares

Auto Solar (2025), afirma la vida útil de un panel solar es de 25 a 30 años en promedio. Asimismo, a medida que pasa el tiempo, los paneles reducen su producción porcentual siendo esta de 5 a 7% ya que la celda solar se vuelve menos efectivas a medida que se encuentran expuestos a factores ambientales.

Impacto ambiental

El impacto ambiental se define como cualquier alteración favorable o desfavorable sobre algunos o todos los componentes del ambiente por la realización de una acción o actividad antrópica (Juan Pérez, 2017, pp 36-57).

Según Serrano y Andrade (2021), mencionan que, a nivel mundial, el sector de la construcción es considerado como una de las principales fuentes de contaminación ambiental.

Normativas y reglamentos

En Ecuador existe varias normas de construcciones y regulaciones que incentivan la instalación de energías renovables.

Ley Orgánica de Vivienda de Interés Social

Reglamento de vivienda de interés social e interés público- Decreto N° 405.

NEC (Norma Ecuatoriana de Construcción)

NEC-SE-VIVIENDA (Vivienda de hasta 2 pisos con luces hasta 5 metros)

Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales no Renovables

Resolución Nro. ARCERNNR-031/2023

INEN Servicio Ecuatoriano de Normalización

RGLOSPEE Reglamento General de la Ley Orgánica
del Servicio Público de Energía Eléctrica

Operacionalización de variables

Tabla 2. Operacionalización de las variables

Objetivo general: Diseñar una vivienda de interés social utilizando materiales sostenibles en el sitio Joa, implementando paneles solares.							
Diseño teórico de la investigación					Diseño Metodológico		
Objetivo específico	Variable	Definición Conceptual	Dimensión	Indicadores	Técnicas	Instrumentos de Ingeniería	Ítems
Analizar las condiciones actuales del tipo de vivienda y consumo de energía eléctrica en el sitio Joa del cantón Jipijapa.	Tipo de vivienda y consumo de energía eléctrica	Esta variable será medida mediante el uso de encuestas.			Observación Encuestas	Excel Word Smartphones	
Caracterizar y analizar el impacto de los materiales de construcción sostenibles para la construcción de viviendas de interés social a través del Software EDGE.	Materiales de construcción sostenibles	Esta variable será medida mediante revisiones bibliográficas o documentales, así como la aplicación de software EDGE			Revisiones bibliográficas Modelación en software.	Investigaciones Documentos Tesis Software de modelado EDGE	

Objetivo general: Diseñar una vivienda de interés social utilizando materiales sostenibles en el sitio Joa, implementando paneles solares.							
Diseño teórico de la investigación					Diseño Metodológico		
Objetivo específico	Variable	Definición Conceptual	Dimensión	Indicadores	Técnicas	Instrumentos de Ingeniería	Ítems
Proponer un sistema fotovoltaico para la vivienda de interés social en el sitio Joa del cantón Jipijapa	Sistema de energía solar fotovoltaica	Esta variable será medida a través de software y especificaciones técnicas			Cálculo Modelación	Excel Software de modelado	
Desarrollar un diseño arquitectónico de vivienda de interés social para el sitio Joa del cantón Jipijapa.	Diseño Arquitectónico de vivienda	La variable será medida mediante el uso de software y las normas NEC			Cálculo Medición Modelación 2d y 3d	Excel Equipo Topográfico AutoCAD SketchUp	

Nota: elaboración propia.

Capítulo 2

Tipo y diseño la exploración

DIAGNÓSTICO DE INFRAESTRUCTURA FÍSICA DE JOA
Aplicación de energía solar en viviendas para el desarrollo productivo del
sitio Joa

Tipo de la exploración

El estudio se desarrolló bajo una investigación de tipo básica, por lo cual el objetivo buscó “Diseñar viviendas de interés social utilizando materiales sostenibles en el sitio Joa, implementando paneles solares”, mediante el conocimiento que propuso una solución al problema planteado.

Según Stewart (2024), menciona que la investigación básica como una indagación en el núcleo mismo de los fenómenos, con el objetivo de descubrir nuevos principios, teorías o hechos sin una aplicación inmediata.

Nivel de la exploración

El estudio titulado “Diseño de viviendas de interés social utilizando materiales sostenibles en el sitio Joa, implementando paneles solares” fue una investigación de nivel descriptivo.

Según Guevara Alban et al. (2020), menciona en esencia, la investigación descriptiva es aplicada para recolectar, analizar y presentar datos con el fin de describirlos en su contexto real y natural.

Estrategia de la investigación

Según el tipo de estrategia metodológica empleada, esta investigación se basó en datos de campo, sustentado en la recolección de datos primarios mediante técnicas como la observación, encuestas y levantamiento de información in situ en el sitio Joa.

Diseño de la investigación

El presente trabajo de titulación denominado “Diseño de viviendas de interés social utilizando materiales sostenibles en el sitio Joa, implementando paneles solares”, se lo realizó como una investigación de diseño no experimental.

Según Hernández Sampieri et al. (2020), la investigación no experimental “Podría definirse como el tipo de investigación donde no se manipulan las variables para ver su efecto sobre otras variables” (p. 148).

Enfoque de la investigación

Una vez que se precisó el planteamiento del problema y tomando en cuenta que la investigación está ubicada en el paradigma positivista, con enfoque cuantitativo.

“Los enfoques cuantitativo, cualitativo y mixto constituyen posibles elecciones para enfrentar problemas de investigación y resultan igualmente valiosos” (Hernández Sampieri et al., 2020). “Son, hasta ahora, las mejores formas diseñadas por la humanidad para investigar y generar conocimientos” (Hernández Sampieri et al., 2020).

Según Hernández Sampieri et al. (2020), menciona que un enfoque cuantitativo es un conjunto de procesos y secuencias, es por ello que cada etapa debe ser precedente de la anterior sin eludir ningún proceso.

Población y muestra

Población vivienda

Concordante con lo citado, la población de estudio fueron las viviendas ubicadas en el sitio Joa del cantón Jipijapa.

Según López (2004), menciona que la población puede estar formada por personas, animales o datos en general (p. 69).

Según Hernández et al. (2024), en su tabla menciona que la investigación evaluó a un grupo de 154 viviendas ubicadas en el sitio Joa.

Tomando como base la investigación se tomó como población de estudio las 154 viviendas.

Muestra vivienda

La presente investigación tomó como muestra las viviendas. Un autor ha mencionado lo siguiente: La muestra es un subconjunto de la población donde se aplicará la investigación. Puede determinarse a través de varios procedimientos, donde en todos los casos debe cumplirse, que debe ser representativa de la población (López, 2004).

Según Pineda citado en López (2004), menciona un aspecto para considerar la población es la lógica que tiene el investigador para seleccionar la muestra, como ejemplo de una población de 100 individuos habrá que tomar por lo menos el 30% para no tener menos de 30 casos, que es lo mínimo recomendado para no caer en la categoría de muestra pequeña.

La muestra que se ocupó para el proyecto de tesis fue un porcentaje mínimo del 30 %.

Por lo cual la muestra fue:

$n: P * 0.30$ (*porcentaje en número decimal*)

n : *Número de muestra*

P : *Población o Universo*

$$n = 154 * 0.30$$

$$n = 46.20$$

Por lo tanto, la muestra que se utilizó en este proyecto fue 50 viviendas.

Técnicas de recolección de información

- Observación
- Encuestas
- Cálculo
- Medición
- Modelación 2d y 3d
- Laboratorio

Instrumentos de recolección de información

- Excel
- Word
- Equipo Topográfico
- AutoCAD
- Instrumentos o equipos de laboratorio
- Guía de observación
- Software

Capítulo 3

*Análisis de las condiciones actuales del tipo de vivienda
y consumo de energía eléctrica en el sitio Joa del cantón
Jipijapa*

Tipo de vivienda y consumo de energía eléctrica en el sitio Joa del cantón Jipijapa.

Mediante una encuesta realizada en el sitio Joa, del cantón Jipijapa se obtuvieron datos cualitativos y cuantitativos.

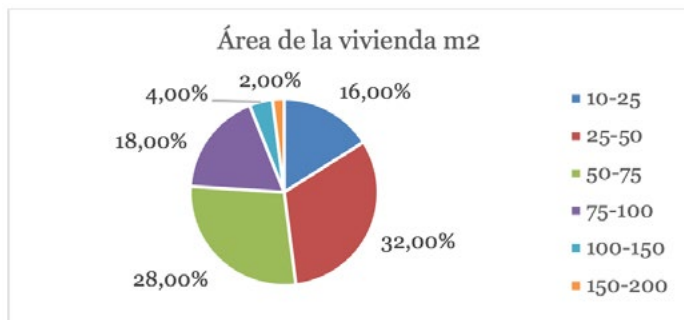
Ítem 1: datos generales de las viviendas.

Figura 6. Porcentaje del número habitantes por vivienda.



Nota: elaboración propia. En la figura se observa que en el 60,00 % de las viviendas habitan de 1 a 3 personas, mientras que en el 24,00 % de las viviendas habitan de 4 a 6 habitantes. Con un promedio general de 5 habitantes por vivienda.

Figura 7. Porcentaje de viviendas según su área en rangos.



Nota: elaboración propia. La figura indica que el 32,00 % de las viviendas tienen un área de 25 a 50 m2, mientras que el 2,00 % de las viviendas cuenta con un área de 150 a 200 m2.

Ítem 2: características de las viviendas.

Figura 8. Porcentaje del tipo de vivienda.



Nota: elaboración propia. La figura muestra que el 78,00 % de las viviendas son propias, mientras que el 8,00 % de las viviendas son alquiladas o arrendadas.

Figura 9. Material predominante de las paredes de las viviendas.



Nota: elaboración propia. En la figura se observa que la mayoría de las viviendas utilizan el ladrillo como material para las paredes con un porcentaje de 70,00 %, sin embargo, la madera u otro tipo de material no es utilizado en las viviendas del sitio Joa con un porcentaje de 0 %.

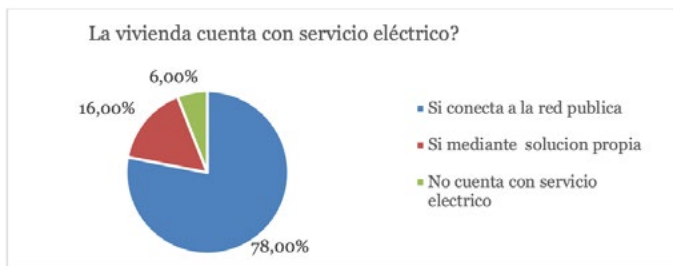
Figura 10. Materiales empleados en los techos de las viviendas.



Nota: elaboración propia. La figura indica que el 100 % de las viviendas emplean como material del techo la lámina de Zinc, por otra parte, los materiales como la teja, el Eternit, el hormigón u otro tipo de material no se emplea en las viviendas del sitio Joa con un porcentaje del 0 %.

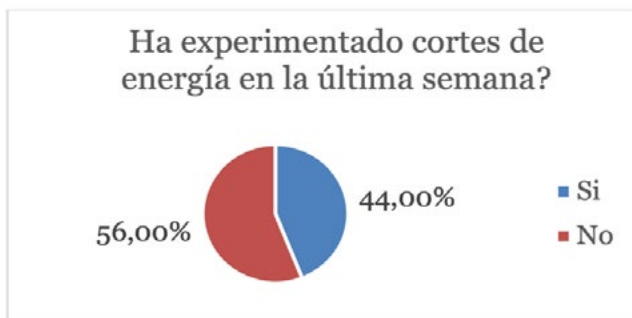
Ítem 3: acceso y calidad del servicio eléctrico.

Figura 11. Acceso al servicio eléctrico de las viviendas.



Nota: elaboración propia. La figura muestra que el 78,00 % de las viviendas tienen acceso al servicio eléctrico conectada a la red pública, mientras que el 6,00 % no tiene acceso al servicio eléctrico.

Figura 12. Cortes de energía eléctrica en las últimas semanas.



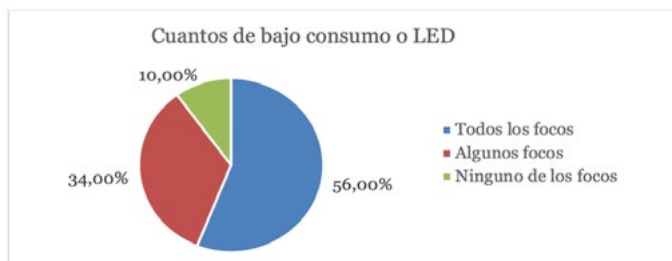
Nota: elaboración propia. La figura indica que un 56,00 % de viviendas encuestadas ha experimentado un corte de servicio eléctrico.

Figura 13. Cantidad de focos por viviendas en rangos.



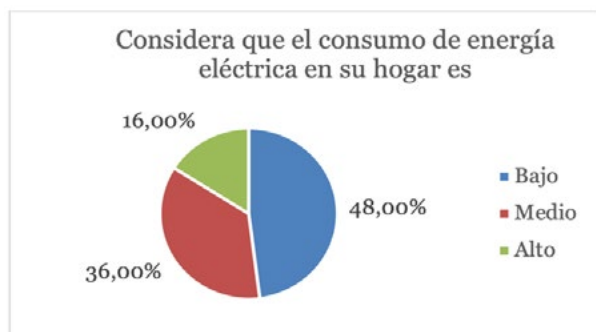
Nota: elaboración propia. La figura muestra que el 62,00 % de las viviendas instalan al menos 1 a 5 focos, mientras que el 32,00 % instalan de 6 a 10 focos, así como el 6,00 de viviendas tiene instalado más 11 focos.

Figura 14. Porcentajes de focos de bajo consumo en las viviendas.



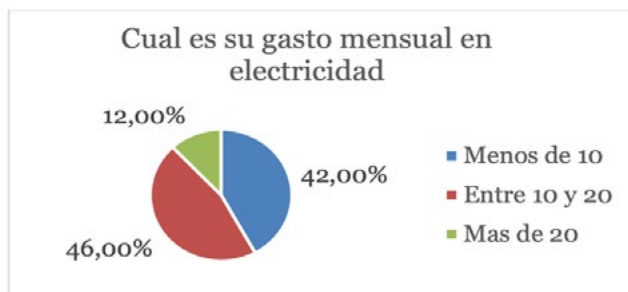
Nota: elaboración propia. En la figura puede observar que la mayoría de las viviendas tienden a utilizar focos de bajo consumo o LED con un porcentaje del 56,00 %.

Figura 15. Nivel de consumo de energía eléctrica de las viviendas.



Nota: elaboración propia. La figura indica que existe un porcentaje 48,00 % en el consumo de energía de nivel bajo y el porcentaje menor es de 16 % para el consumo alto.

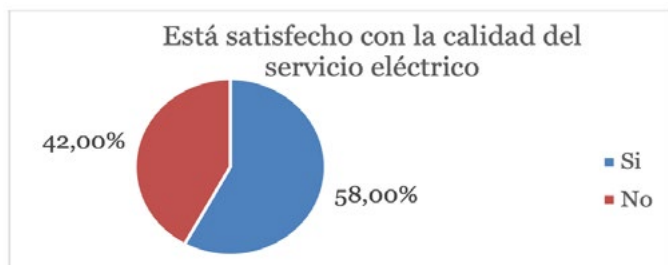
Figura 16. Gasto mensual en energía eléctrica de las viviendas.



Nota: elaboración propia. La figura muestra que el gasto mensual en energía eléctrica entre 10 a 20 dólares es el mayor porcentaje con un 46,00 %, el porcentaje de 42,00 % indica que existe un gasto de menos de 10 dólares, mientras que un gasto por encima de los 20 dólares obtuvo un porcentaje de 12,00 %.

Ítem 4: percepción y disposición

Figura 17. Satisfacción de la calidad de energía eléctrica en las viviendas.



Nota: elaboración propia. En la figura puede observar que el 58,00 % de las viviendas existe satisfacción con la calidad del servicio eléctrico sin un gran margen sobre el grado de no satisfacción con un 42,00 % los cuales indicaron su disconformidad debido a la falta de voltaje y amperaje el cual produce daños en los electrodomésticos.

Figura 18. Disposición para utilizar energía solar o sistema fotovoltaico en las viviendas.



Nota: elaboración propia. En la figura puede observar la existencia de indecisión en la implementación de paneles solares en las viviendas, con respuestas frecuentes al (tal vez, dependiendo el costo), con un porcentaje del 56,00 %.

En conclusión, el análisis de las condiciones actuales del tipo de vivienda y consumo de energía eléctrica en el sitio Joa del cantón Jipijapa ha revelado una serie de resultados positivos, así como negativos. Se ha identificado que la tipología predominante son viviendas de paredes de ladrillo con techos de zinc donde existe un alto porcentaje de viviendas con área entre 25 m² a 50 m², donde habitan de 1 a 3 personas. Asimismo, la encuesta ha permitido determinar los principales usos de la energía eléctrica dentro de estas viviendas, destacando la influencia de factores como el número de habitantes, la disponibilidad de electrodomésticos y los hábitos de uso de los residentes. Estos hallazgos proporcionan una base fundamental para comprender el perfil energético actual del sitio Joa, lo cual es crucial para el diseño de estrategias futuras como la implementación de paneles solares orientadas hacia a la eficiencia energética, la sostenibilidad y la mejora de la calidad de vida de los habitantes.

Capítulo 4

Caracterización y certificación del impacto de los materiales de construcción sostenibles para la construcción de viviendas de interés social a través del Software EDGE

Mediante una investigación realizada en documentos, artículos científicos investigaciones se identificó materiales sostenibles aplicables en viviendas de interés social, y mediante la aplicación de software Edge se obtuvieron datos cuantitativos y cualitativos sobre la reducción del impacto ambiental y la reducción de la huella de carbono en las viviendas de interés social mediante una comparación de un diseño convencional con un diseño mejorado.

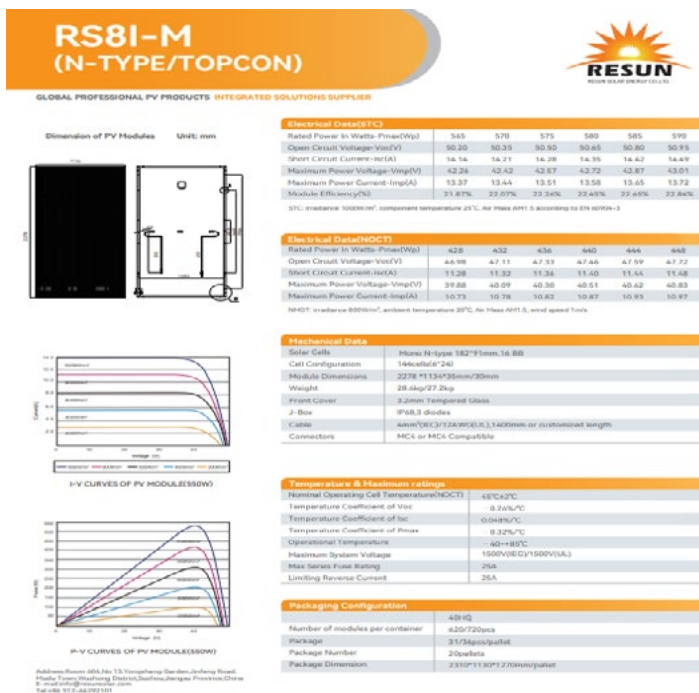
Materiales sostenibles utilizados.

Paneles solares

Los paneles solares son dispositivos que convierten la luz solar directamente en electricidad. Están compuestos por celdas fotovoltaicas, que suelen ser de silicio, y funcionan gracias al efecto fotoeléctrico.

Módulos utilizados para el diseño.

Figura 19. Panel Solar Monocristalino Halfcell TOPCON 580Wp/24V-DC RESUN



Nota: Proviento (2025).

Tabla 3. Especificaciones del panel solar.

Tipo de modulo	Monocristalino Half Cell
Potencia Máxima	580 W
Tolerancia de salida	± 3
Eficiencia	22,45 %
Corriente potencia máxima	13,58 A
Voltaje de circuito abierto	50,65 VDC

Tipo de modulo	Monocrystalino Hall Cell
Corriente corto circuito	14,35 A
Máxima tensión del sistema	1500/1500 V DC
Rango de temperatura de funcionamiento	-40 °C a 85 °C
Dimensiones	
Alto	2278 mm
Ancho	1314 mm
Profundidad	35 mm
Cable	1400 mm / 4.0 mm2

Nota: elaboración propia en base a Renova Energía (2025).

Bambú estructural

El bambú es considerado un material ecológico debido a la capacidad que para capturar el carbono del medio ambiente por sus altas tasas en función de su rápido crecimiento (Torres et al., 2019).

Torres et al. (2019), describió la distribución de las fibras del bambú aumenta desde el interior hacia el exterior lo que les permite actuar como un refuerzo similar al acero.

Especialmente el *Guadua angustifolia*, certificado para uso estructural en países como Ecuador y Colombia, destaca por su alta resistencia a la tracción y propiedades sismo-resistentes, ideal para construcciones livianas y modulares (Habitato, 2025).

Propiedades mecánicas del Bambú GaK:

Tabla 4. Propiedades mecánicas del Bambú GaK

Densidad (kg/m ³)	850.00
Modulo X de Young (Mpa)	14500.00
Modulo Y de Young (Mpa)	15500.00
Módulo Z de Young (Mpa)	668.00
Coefficiente de Possion	0.30
Resistencia a Tracción (Mpa)	132.00
Resistencia a la fluencia por compresión. (Mpa)	48.00
Resistencia a corte (Mpa)	775.00

Nota: López et al. (2021).

Tabla 5. Áreas con presencia de bambú en Ecuador

Provincia	Hectáreas	%
El Oro	4730	0.7
Esmeraldas	68546	11.4
Guayas	43825	7.3
Los Ríos	80763	13.5
Manabí	145529	24.3
Santa Elena	11872	2.0
Santo Domingo de los Tsáchilas	44126	7.4
Bolívar	6754	1.1
Cotopaxi	19047	3.2
Imbabura	7702	1.3
Pichincha	26581	4.4
Morona Santiago	42806	7.1
Napo	22245	3.7
Orellana	24879	4.1
Pastaza	23467	3.9

Provincia	Hectáreas	%
Sucumbios	27515	4.6
Total	600025	100

Nota: Ministerio de Agricultura y Ganadería, Mesa Sectorial del Bambú, Red Internacional del bambú y el Ratán (2018).

Figura 20. Cortes para uniones entre culmos de GaK.



Nota: elaboración propia En la figura se puede observar los cortes a realizar para las uniones.

Materiales convencionales utilizados.

- **Hormigón.** Hormigón con áridos, para uso en ci-
mientos, cadenas, columnas y muros.

Es un material con aspecto de piedra el cual se obtie-
ne mediante una mezcla de materiales como el cemento,

piedra, arena, agua y en algunos casos el uso de aditivos que permiten alcanzar la resistencia necesario para cada tipo de estructuras.

Dosificación y mezcla del hormigón

Según Winter & Nilson (2021), los diversos materiales de la mezcla se dosifican de tal forma que el hormigón resultante tenga una resistencia adecuada, una manejabilidad que haga posible la manipulación y el colado del hormigón para ello el factor principal es la relación agua-cemento.

Modelado en software Edge

Tabla 6. Resumen de resultados de modelado en el software Edge.

VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL SOSTENIBLE			
Dirección	Ecuador/Manabí/Jipijapa/Sitio Joa		
Superficie del Proyecto	56 m2	Cantidad de Vivienda	1
Tipo de Vivienda	De bajos recursos o interés social		
Resultados			
Consumo al año de energía	1952	kWh/año/casa	
Consumo final de agua	99.00	M3/año/casa	
Emisiones de CO ₂ operacionales finales	0.46	tCO ₂ e/año/casa	
Emisión Final de Carbono	0.40	tCO ₂ e/m2	
Ahorros de energía	1.40	MWh/Año	
Ahorros de agua	59.60	m ³ /año	
Ahorro de CO ₂ durante el uso	0.10	tCO ₂ e/año	
EPI de la línea base	72.23	kWh/m ² /año	

VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL SOSTENIBLE			
Dirección	Ecuador/Manabí/Jipijapa/Sitio Joa		
Superficie del Proyecto	56 m ²	Cantidad de Vivienda	1
EPI de la línea mejorada	47.83	kWh/m ² /año	

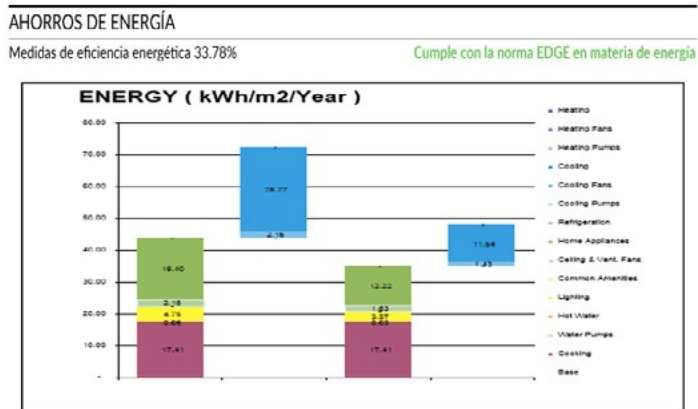
Nota: elaboración propia. La tabla indica un resumen de los valores obtenidos en el software EDGE.

Figura 21. Aplicación de energía solar



Nota: elaboración propia. En la figura puede observar medidas de eficiencia energética, en el cual la aplicación de sistemas de paneles solares fotovoltaicos genera un 25 % del consumo anual de la vivienda.

Figura 22. Modelo de aplicación software EDGE en materia de energía



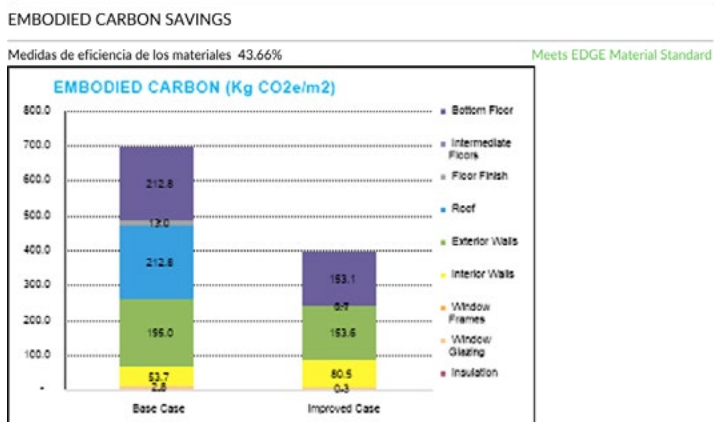
Nota: elaboración propia. En la figura puede observar que el cumple con la norma EDGE en materia de energía con un 51.22 %.

Figura 23. Aplicación de software EDGE para consumo ahorro de agua.



Nota: elaboración propia. En la figura puede observar que el 37.35 % cumple con la norma EDGE en materia de consumo se agua.

Figura 24. Aplicación de materiales en el Software Edge.



Nota: elaboración propia. En la figura puede observar que existe una eficiencia de 45.96 % en materiales a utilizar en la construcción de la vivienda, por lo tanto, se encuentra dentro del rango de certificación EDGE.

Capítulo 5

Propuesta de un sistema de energía solar fotovoltaica para la vivienda de interés social en el sitio Joa del cantón Jipijapa.

Ubicación geográfica del sitio Joa, del cantón Jipijapa

Latitud: $-1,37572^{\circ}$ o $1^{\circ} 22' 33''$ sur

Longitud: $-80,63139^{\circ}$ o $80^{\circ} 37' 53''$ oeste

Elevación: 187 m.s.n.m

Coordenadas UTM-WSG

Zona: 17 Sur

Este: 54156 m E

Norte: 9847724 m N

Figura 25. Ubicación geográfica del Sitio Joa, del cantón Jipijapa



Nota: Mapcarta (2025). En la figura puede observar la extensión del valle donde está Ubicado el Sitio Joa.

Diagnóstico energético de la vivienda de interés social

Según López & López (2022), para el cálculo de consumo diario se utiliza la ecuación 1.

$$W = \frac{\text{Potencia} * \text{horas de uso} * \text{Uso días_sem}}{7} \quad (1)$$

Tabla 7. Consumo diario de una vivienda de interés social

N°	Electro-doméstico	Potencia (W)	Cantidad	Consumo diario (W)	Días	Uso diario (h)	Consumo Diario (W/día)
1	Bombillo 9w	9	7	63	7	5	2205
2	Refrigerador	90	1	90	7	12	7560
3	Licuadaora	400	1	400	7	4	11200
4	Televisor 32"	60	1	60	7	5	2100
5	Lavadora	600	1	600	2	6	7200
6	Ventilador	90	2	180	7	12	15120
7	Tomacorrientes	100	5	500	7	5	17500
8	Laptop e impresora	57	1	57	5	5	1425
						Semanal	64310
			Potencia Total	1950	Consumo total	Diario	9187,14

Nota: elaboración propia. En la tabla puede observar el consumo diario total 9187,14 Wh/día de una vivienda de interés social.

También se obtuvo datos en el modelado de la vivienda de Interés social que el consumo es de 2555 Kwh/año/casa.

Tabla 8. Resultado de consumo de energía diaria total de la vivienda interés social en el Software EDGE.

N° de Casas	Consumo de energía al año (Kwh/año)	Consumo de energía al día (Kwh/día)	Consumo de energía al día (Wh/día)
1	2555	7	7000

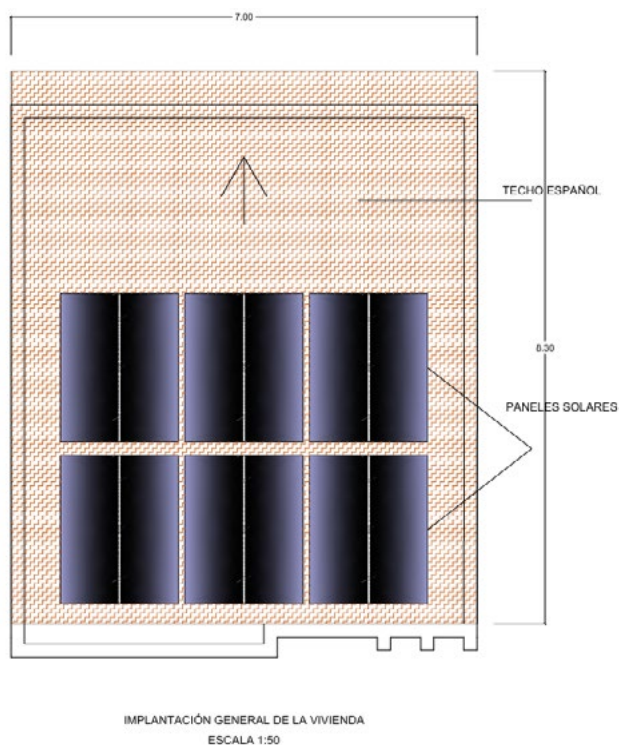
Nota: elaboración propia. En la tabla puede observar el consumo diario total 7000 Wh/día de una vivienda de interés social.

Por lo tanto, para dimensionar el sistema fotovoltaico se tomó el valor mayor de los dos resultados obtenidos.

Área disponible en el techo de la vivienda de interés social

Para la instalación de los paneles solares depende de la disponibilidad del área, es por lo cual, el presente proyecto propone utilizar el espacio aprovechable en el techo del área 1 de la vivienda de interés social. La figura 26 muestra el área útil para la instalación de los paneles solares, con un total de 56 m².

Figura 26. Área disponible en el techo de la vivienda de interés social.



Nota: elaboración propia. En la figura puede observar el área en metros 59.5 m2 cuadrados disponible.

Dimensionamiento del sistema fotovoltaico On grid (Conectada a red)

Para realizar el dimensionamiento de los elementos del sistema fotovoltaico conectado a la red, es fundamental la selección del voltaje de operación del sistema en co-

rriente continua (Dc) esto depende de la energía a abastecer en la vivienda.

A partir de los resultados presentados en las tablas anteriores, se ha determinado que el consumo eléctrico de una vivienda de interés social en el sitio Joa es de 9187,14 Wh/día de la tabla 7. Para diseñar una solución eficiente y sostenible, se ha optado por implementar un sistema conectado a la red.

Cálculo del ángulo óptimo de inclinación del panel solar

El cálculo del ángulo de inclinación de los paneles solares es fundamental para maximizar el aprovechamiento de las horas pico del sol y optimizar el rendimiento de la instalación fotovoltaica. Para lograr este objetivo, los paneles solares deben instalarse con un ángulo de inclinación equivalente al valor de la latitud del lugar donde se encuentren según López & López (2022), para realizar el cálculo del ángulo de inclinación óptimo se realiza mediante la ecuación 1.

$$\beta_{opt} = 3,7 + 0,69 * |\varnothing| \quad (2)$$

Donde:

β_{opt} : Ángulo de inclinación óptima (grados sexagesimales).

$|\varnothing|$: Latitud del lugar, Valor absoluto (grados sexagesimales).

Para calcular el ángulo de inclinación óptimo en la zona de investigación cuya latitud es $-1,37572^\circ$. Se utilizó la Ecuación (1).

$$\begin{aligned}\beta_{opt} &= 3,7 + 0,69 * |\varnothing| \\ \beta_{opt} &= 3,7 + 0,69 * |-1,37572^\circ| \\ \beta_{opt} &= 4,65^\circ\end{aligned}$$

Por lo tanto, los paneles solares tendrán una inclinación optima de $4,65^\circ$ para evitar cualquier tipo de pérdida, así como para el diseño se ocupó una irradiancia solar de $3,19 \text{ kWh/m}^2 \text{ /día}$ este valor es del mes más desfavorable el cual se puede observar en la tabla 8.

Tabla 9. Irradiancia solar para el sitio Joa, año 2024

	HSP (kW-h/m ² /día)												
Me- ses	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Pro- medio
Anual	3,82	4,19	4,72	4,23	3,41	3,19	3,32	3,56	3,71	3,85	4,17	4,14	3,86

Nota: elaboración propia. Datos Nasa (2024). En la tabla puede observar el HSP más desfavorable para el sitio Joa en el año 2024 de $3,19$.

Cálculo de la potencia pico de los paneles solares

Según López & López (2022), la potencia pico necesaria se lo calcula mediante la ecuación 2.

$$Er = \frac{CWh}{HSP * Ninv * Nc} * 1,20 \quad (3)$$

Donde:

Er = Consumo de energía total (Wh)

CWh = Consumo de energía total (Wh)

HSP = Horas solar pico

$Ninv$ = Eficiencia del inversor.

Nc = Eficiencia de los cables.

1,20 factor de seguridad o conservación.

$$Er = \frac{9187,14 \text{ Wh}}{3,19 * 0,975 * 0,96} * 1,20$$
$$Er = 3692,285 \text{ Wh}$$

Cálculo del número de paneles solares

Una vez obtenido los resultados de la potencia pico y el HSP más desfavorable de 3,19 horas solar pico de la tabla 10, se procedió a calcular el número de paneles solares para el sistema según Leonics, (2025) se lo realiza con la Ecuación 2.

$$\#Pp = \frac{Er}{Wp} \quad (4)$$

Donde:

$\#Pp$ = Numero de paneles en paralelo

Er = Consumo de energía total (Wh)

Wp = Potencia nominal del panel. (W)

$$\#Pp = \frac{3692,285}{420}$$

$$\#Pp = 6,37 \text{ U} \approx \text{de } 6 \text{ a } 7 \text{ U}$$

Según Villao & Consuegra (2021), para determinar la tensión de nuestro sistema es recomendabe utilizar la siguiente tabla.

Tabla 10. Voltaje del sistema en (W)

Potencia	Voltaje
< 1000 W	12 V DC
1000 W ≤ P ≤ 2500 W	24 V DC
2500 W ≤ P ≤ 5000 W	48 V DC
P > 5000	120 V DC

Nota: Según Villao & Consuegra (2021). En la tabla puede observar la relación de la potencia con el voltaje.

Según la tabla 10 podemos asumir un voltaje de 24 V DC para nuestro sistema fotovoltaico.

Cálculo del número de paneles solares sistema

$$\#Ps = \frac{Vs}{Vn}$$

$\#Ps$ = Numero de paneles en serie

Vs = Voltaje del sistema (V)

Vs = Voltaje nominal del panel (V)

$$\#Ps = \frac{24}{24}$$

$$\#Ps = 1 \text{ U}$$

Área necesaria para la instalación de los paneles solares

Para la instalación de los paneles solares es necesario calcular el área que ocupa un panel, para después multiplicar por el número total de paneles necesarios para el sistema fotovoltaico.

Se lo calcula mediante la siguiente ecuación.

$$An = Ap * \#Pp \quad (5)$$

Donde:

An = Área necesaria para el módulo fotovoltaico.

Ap = Área del panel.

$\#Pp$ = Cantidad de paneles necesarios para el módulo.

$$A_n = 2,278 \text{ m} * 1,134 \text{ m} * 6$$

$$A_n = 15,49 \text{ m}^2$$

Número total de paneles solares para el sistema

$$n\#P = \#Pp * \#Ps$$

$n\#P$ = Número total de paneles solares

$\#Pp$ = Número de paneles en paralelo

$\#Ps$ = Número de paneles en serie

$$n\#P = 6 * 1$$

$$n\#P = 6 \text{ U}$$

Cálculo de la potencia nominal instalada

Calcular la potencia nominal es necesario ya que permite conocer el inversor necesario y para lo cual, según Ramos (2023), usamos la ecuación 4.

$$P_{\text{máx}} = n\#P * Wp$$

Donde:

$P_{\text{máx}}$ = Potencia máxima de sistema fotovoltaico.
(W)

Wp = Potencia nominal del panel solar. (Wp)

$n\#P$ = Cantidad de paneles necesarios para el módulo.

$$P_{\text{máx}} = 6 * 580$$

$$P_{\text{máx}} = 3480 \text{ W}$$

Estimación del inversor

Según Ramos (2023), para seleccionar el inversor necesario para un sistema fotovoltaico depende de la potencia nominal instalada, así como se debe considerar un factor de conservación de un 15 % para lo cual se aplica la ecuación 5.

$$P_{\text{inv.}} = P_{\text{máx}} * 1,15 \quad (6)$$

En el caso de esta investigación la potencia nominal calculada fue de 2520 W

Por lo tanto, reemplazando en la ecuación 5 se obtiene el siguiente resultado.

$$P_{\text{inv.}} = 3360 * 1,15$$

$$P_{\text{inv.}} = 4002 \text{ W}$$

Con el resultado obtenido se realiza una búsqueda de inversores mayor a la potencia del inversor. En este caso el inversor elegido fue el Fronius Primo 3.8-1 208-240 WLAN/LAN Webserver 4,210,064,800 ver anexo.

Tabla 11. Presupuesto referencial de sistema fotovoltaico propuesto

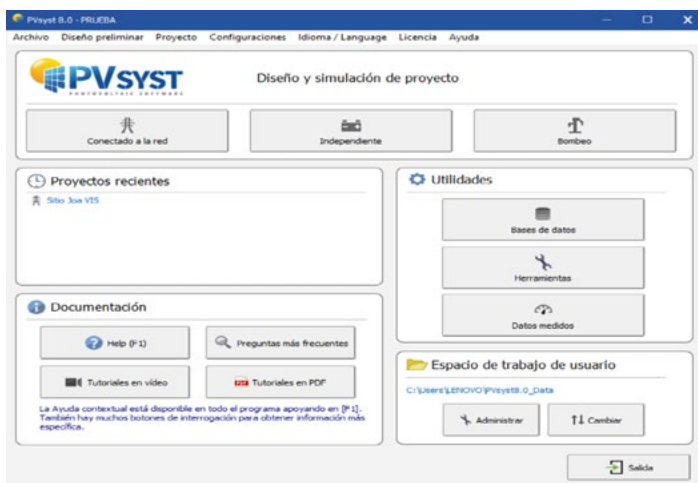
Elementos	Valor Unitario	Unidades	Total
Panel Solar	140.00	6	840.00
Inversor	690.00	1	690.0
Medidor Bidireccional	287.50	1	287.50
Cables de alimentación de corriente alterna (CA) 10A/250V EUROPN HOSP 4FT 9IN (1.5M) BLAC	10.09	1	10.09
Soporte Metalico de Paneles	23.00	6	138
Mano de obra	1340,41	1	1340,41
		Total	3306,00

Nota: elaboración propia. En la tabla puede observar un presupuesto referencial, con datos obtenidos de proveedores de los elementos del sistema fotovoltaico.

Diseño y simulación del proyecto en el software PVsyst 8.0

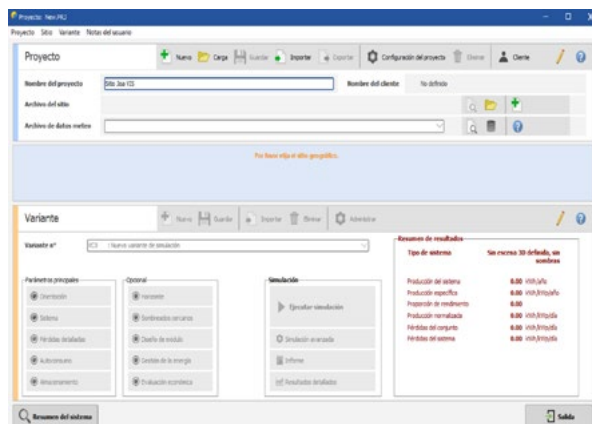
Es una aplicación que permite el dimensionamiento y el estudio completo de los datos para el modelado de los sistemas fotovoltaicos, el uso del programa PVsyst 8.0 nos permite corroborar los datos obtenidos en los cálculos manuales.

Figura 27. Interfaz gráfica de usuario PVsyst 8.0.14



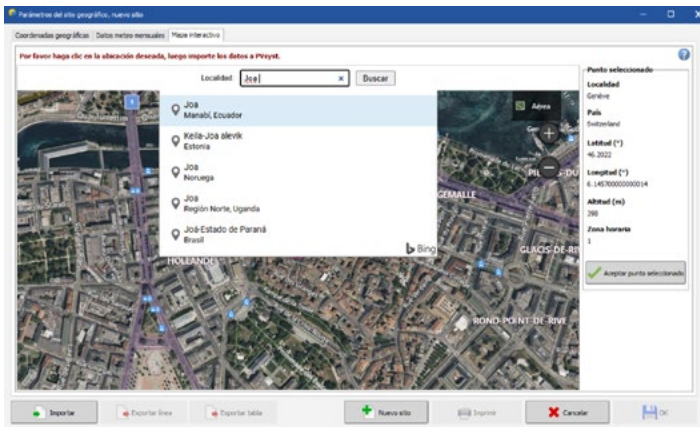
Nota: elaboración propia. En la figura puede observar la interfaz del programa donde se escoge el tipo de diseño y simulación en este caso fue Conectado a la red.

Figura 28. Nombre del proyecto a simular



Nota: elaboración propia. En la figura se observa la colocación del nombre para este proyecto Sitio Joa VIS y a continuación se agrega un nuevo sitio.

Figura 29. Ubicación de sitio del proyecto en el software de diseño.



Nota: elaboración propia. En la figura se observa la búsqueda de la ubicación del sitio Joa para el proyecto y dar clic en aceptar punto seleccionado.

Figura 30. Parámetros del sitio geográfico.

Parámetros del sitio geográfico para Joa 2010-2017

Coordenadas geográficas Datos meteorológicos Mapa interactivo

Sitio: **Joa (Suiza)**

Punto de datos: **Joa (46.2022° - 6.4657° - 2010 - 2017, Sea = 100%)**

	Irradiación horizontal global	Irradiación difusa global	Temperatura ambiente	Velocidad del viento	Turbidez Linké	Humedad relativa
	kWh/m ² /mes	kWh/m ² /mes	°C	m/s	EU	%
Enero	141.0	11.4	13.9	0.46	0.209	75.7
Febrero	153.0	11.3	14.0	0.47	0.206	69.4
Marzo	162.2	16.2	14.7	0.38	0.194	76.1
Abril	164.6	16.8	15.8	0.38	0.174	81.4
Mayo	173.6	17.1	16.7	0.35	0.169	87.7
Junio	184.9	17.4	17.5	0.36	0.133	90.4
Julio	120.4	11.2	17.0	0.68	0.145	77.7
Agosto	121.4	11.2	17.0	0.89	0.162	71.6
Septiembre	124.5	10.3	17.1	0.50	0.169	76.1
Octubre	120.4	11.2	17.0	0.40	0.168	76.0
Noviembre	120.3	11.8	17.0	0.40	0.170	76.3
Diciembre	114.9	11.9	16.3	0.38	0.133	71.2
Año	1663.7	162.6	16.8	0.5	0.189	77.6

Irradiación horizontal global variabilidad año a año: 4.4%

Estados requeridos:

- ☐ Irradiación horizontal global
- ☐ Temperatura ambiente

Estados seleccionados:

- ☐ Irradiación difusa horizontal
- ☐ Velocidad del viento
- ☐ Turbidez Linké
- ☐ Humedad relativa

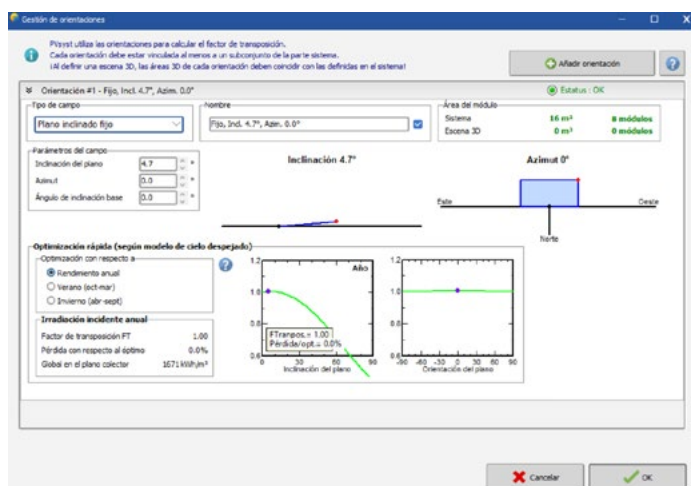
Estados de instalación:

- ☐ Radiómetro
- ☒ Estación Linké
- ☐ Higrómetro
- ☐ Radiómetro
- ☐ Estado de calidad de

Imprimir Cancelar

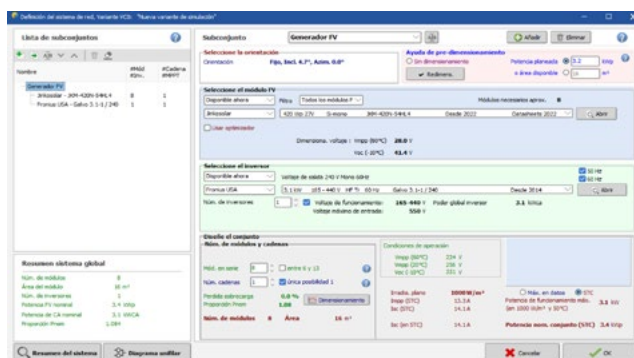
Nota: elaboración propia. En la figura se observa las tablas de irradiación horizontal, temperatura, velocidad de viento, turbidez Unke y la humedad relativa de nuestro proyecto.

Figura 31. Gestión de orientaciones.



Nota: elaboración propia. En la figura se observa la interfaz donde se coloca el ángulo optimo calculado, con lo cual no se observa pérdidas de energías en nuestro sistema.

Figura 32. Definición del sistema de red



Nota: elaboración propia. En la figura se observa la interfaz donde se define el tipo de panel solar necesario y el inversor necesario para un sistema on grid.

Figura 33. Resumen de la simulación realizada

Sistema conectado a la red

Sitio geográfico	Joa (Ecuador)
Hemisferio	Sur
Coordenadas geográficas	-1.38°(S), -80.63°(W), 172m, UTC-5

Compatibilidad entre definiciones de sistemas

Parámetros de orientación:	1 Orientaciones
Parámetros del sistema:	1 subconjuntos

Ninguna escena de sombreado definida

Orientación completa del sistema - Fijo, Incl. 4.7°, Azim. 0.0°

Tipo de campo:	Plano inclinado fijo
Inclinación del plano/azimut:	5° / 0°

Subconjunto #1 - Generador FV

Módulo PV:

Número de módulos FV:

Área de módulos:

Nominal (STC):

Inversor:

Entrada principal MPPT:

Potencia total

Proporción Pnom

Jinko_JKM_580N_72HL4_BDV.PAN (580 Wp)

6 unidades - 1 Cadena x 6 En serie

15 m²

3480 Wp

Fronius_Primo_gen24_3_0.OND (3.00 kWca)

1 Entradas

3kV/ca

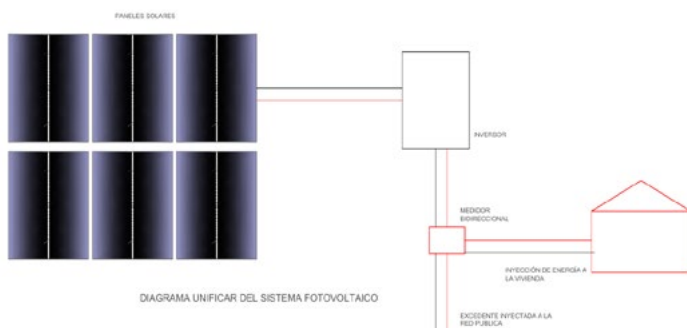
1.16

Parámetros de sombreados 3D - Ninguna escena de sombreado definida

Ninguna escena de sombreado definida

Nota: elaboración propia. En la figura se observa un resumen del número total de paneles solares y el inversor necesario.

Figura 34. Diagrama unifilar de sistema fotovoltaico.



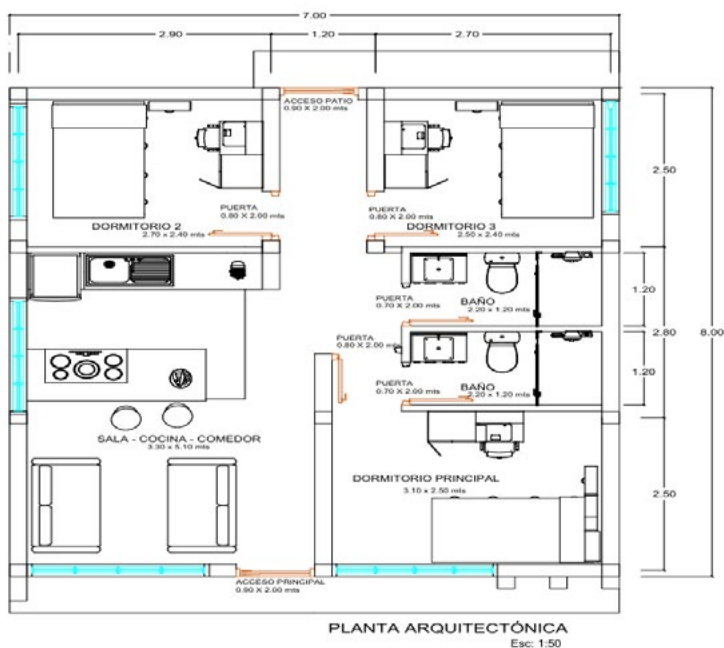
Nota: elaboración propia. En la figura se observa el diagrama de funcionamiento de un sistema fotovoltaico conectado a la red.

Capítulo 6

Diseño arquitectónico de vivienda de interés social para el sitio Joa del cantón Jipijapa

Diseño arquitectónico de vivienda de interés social de 7 x 8 m. Esta vivienda con un área de 56 m² está organizada de manera eficiente con la finalidad de maximizar su funcionalidad. Se incluye un dormitorio principal con baño privado y dos dormitorios con un baño compartido. La sala y la cocina de forma lineal ofrece una zona social cómoda que aprovecha al máximo los metros disponibles. También cuenta con dos baños completos para satisfacer las necesidades básicas de los residentes y las visitas. La correcta distribución de los espacios de la vivienda para familias pequeñas con uno o dos hijos. El diseño compacto facilita el mantenimiento y los costos de construcción, así mismo las áreas sociales bien definidas ofrecen espacios de calidad para el hogar.

Figura 35. Propuesta planta arquitectónica.



Nota: elaboración propia. En la figura se observa la propuesta del diseño arquitectónico interior de la vivienda de interés social para el sitio Joa.

Figura 36. Render frontal vivienda de interés social.



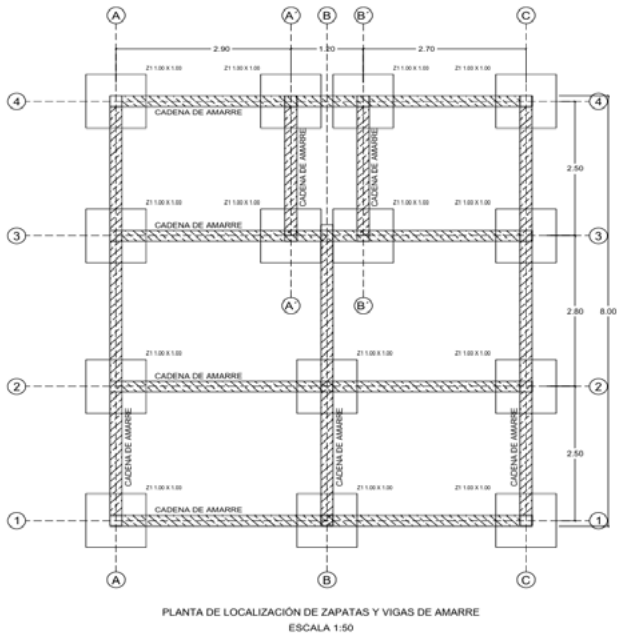
Nota: elaboración propia. En la figura se observa el render de la fachada frontal de la vivienda de interés social para el sitio Joa.

Una vez realizado la propuesta arquitectonica se procede a realizar el cálculo de las cimentaciones para la vivienda siempre se realiza mediante las cocidicones que establece las normas ecuatorianas.

Para el diseño de zapatas se debe conocer la capacidad portante ultima o admisible del suelo en el sitio Joa, para lo cual es recomendable realizar un estudio de suelo en el sitio.

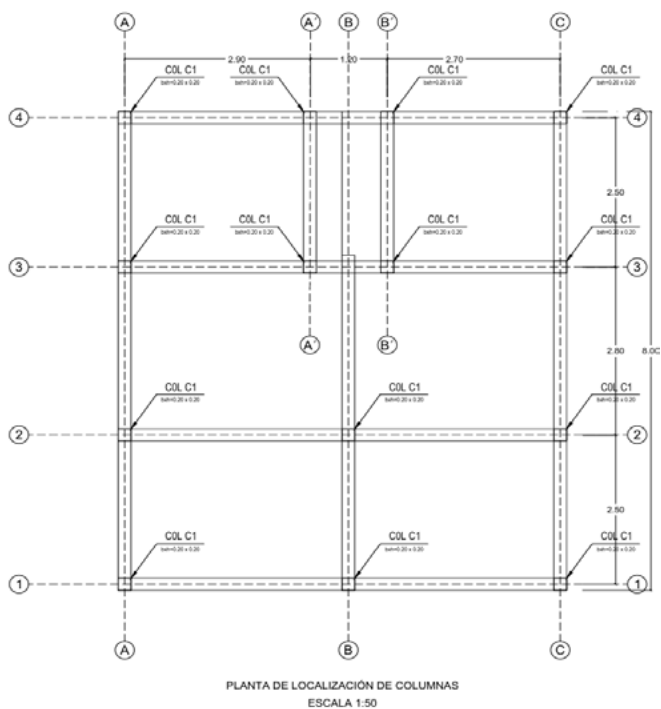
En la presente investigación la Qadm se lo obtuvo de proyecto de investigación realizado en el sitio Joa, Según Loor (2024), nos indica la capacidad admisible de suelo de 18 ton/m². F

figura 37. Plano de distribución de zapatas y vigas de amarre.



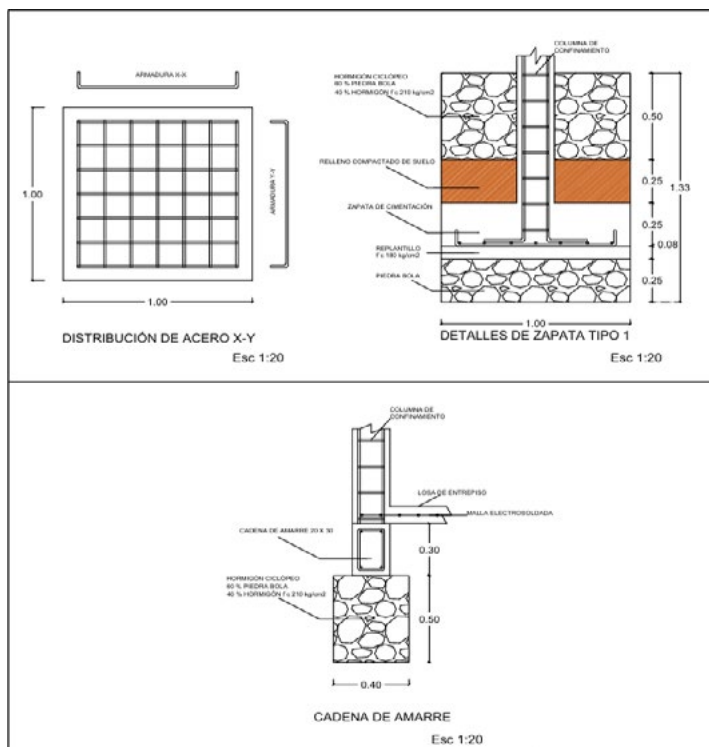
Nota: elaboración propia. En la figura se observa la ubicación de las zapatas y las cadenas de amarre a escala 1:50.

Figura 38. Plano de distribución de columnas



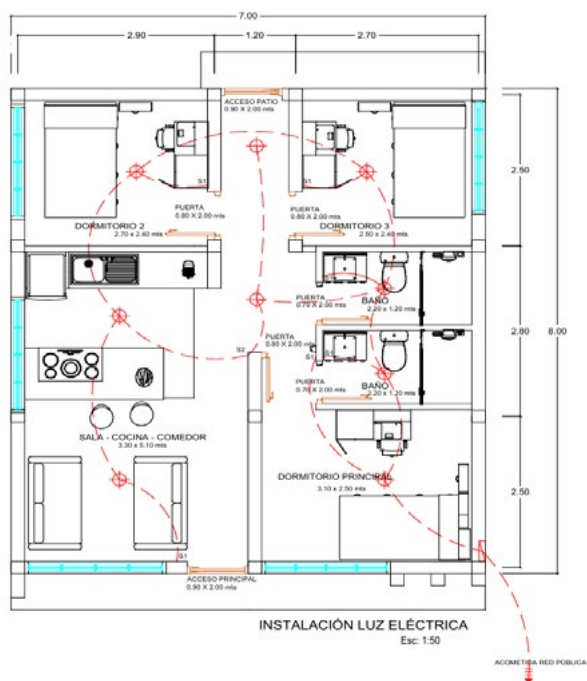
Nota: elaboración propia. En la figura se observa la ubicación de las columnas a escala 1:50.

Figura 39. Detalles constructivos de columna, zapata y vigas de amarre



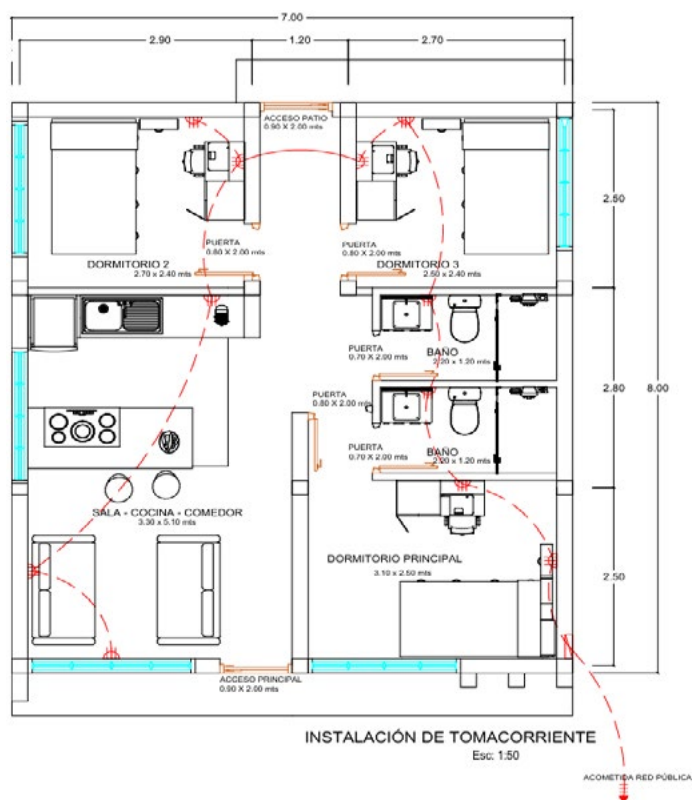
Nota: elaboración propia. En la figura se observa los detalles constructivos de las zapatas y vigas de acero a escala 1:20.

Figura 40. Plano de instalaciones de luz eléctrica.



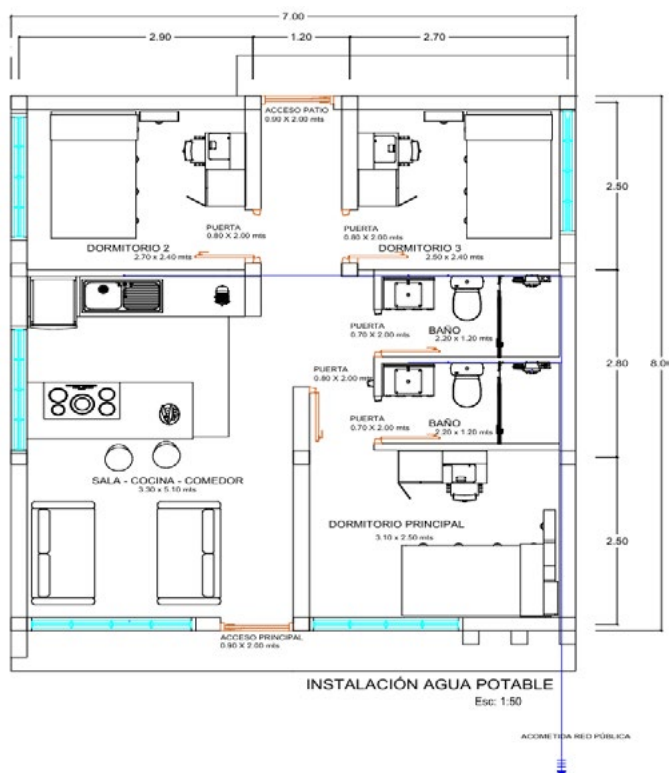
Nota: elaboración propia. En la figura se observa la línea de distribución de los puntos de luz e interruptores a escala 1:50.

Figura 41. Plano de instalaciones de tomacorrientes.



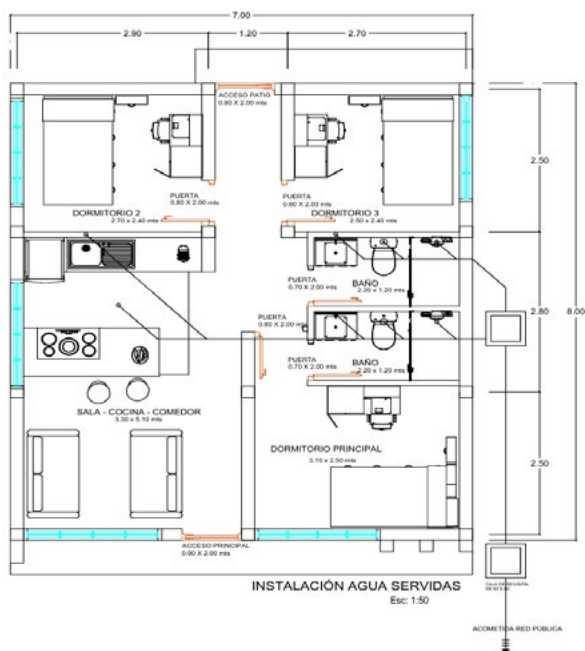
Nota: elaboración propia. En la figura se observa la línea de distribución de los tomacorrientes a escala 1:50.

Figura 42. Plano de instalaciones de agua potable.



Nota: elaboración propia. En la figura se observa la línea de distribución de los puntos de agua potable a escala 1:50.

Figura 43. Plano de instalaciones de agua potable.



Nota: elaboración propia. En la figura se observa la línea de distribución de los puntos de agua potable a escala 1:50.

Conclusiones

El análisis de las condiciones actuales de las viviendas en Joa revela que predominan las construidas con ladrillo y techos metálicos de zinc. En estas, el consumo energético está influenciado principalmente por electrodomésticos básicos (refrigeradores y licuadoras) e iluminación nocturna, lo que permitió dimensionar un sistema fotovoltaico on-grid adecuado.

La evaluación con el software EDGE demuestra que el uso de materiales sostenibles, como paneles solares, reduce la energía incorporada en las viviendas y cumple con los criterios de certificación EDGE. Esto valida la viabilidad de integrar sostenibilidad en el diseño de viviendas de interés social en Joa.

El sistema fotovoltaico on-grid propuesto, con 6 paneles de 520 W (5,2 kW), un inversor de 3,1 kW y un medidor bidireccional, tiene un costo referencial de 3.306,00 USD.

El diseño arquitectónico propuesto, con un área de 56 m², cumple con los requisitos de vivienda de interés social. Además, incorpora techos optimizados para la instalación de paneles fotovoltaicos, satisface las necesidades de las familias de Joa y alinea con los estándares sostenibilidad EDGE.

Referencias

- Alonso, J. A. (2024, 19 de septiembre). *Sistema fotovoltaico: qué es, cómo funciona y aplicaciones*. Sunfields Europa. <https://n9.cl/edavv9>
- Anonimo. (2018). *Tecnología y ciencia*. Gobierno de Canarias. <https://acortar.link/hTPdiM>
- Aquae Fundación. (2021, 6 de junio). *¿Qué es la energía solar?*. Fundación Aquae. <https://www.fundacionaquae.org/wiki/que-es-energia-solar/>
- Auto Solar. (2024). *Tipos de placas solares*. AutoSolar. <https://n9.cl/bom8y7>
- Auto Solar. (2025, 1 de enero). *Vida útil de los paneles solares*. Auto Solar. <https://autosolar.pe/aspectos-tecnicos/vida-util-de-los-paneles-solares>
- Bambusa. (2024). *Características del bambú guadua*. Bambusa.es. <https://bambusa.es/caracteristicas-del-bambu/bambu-gadua/>
- Bautista Gordillo, J. D., & Loiza Elizalde, N. F. (2018). Impactos de la construcción sostenible y tradicional a nivel ambiental. *Boletín Semillas Ambientales*, 12(1), 16-25.
- BBVA. (2025, 10 de enero). *¿Qué son los paneles solares? Cómo funcionan y cuál es su futuro*. BBVA. <https://n9.cl/cos17>
- Caballero, A. (2025, 26 de febrero). *Instalación de placas solares: qué debo tener en cuenta*. Climate Consult Selectra. <https://n9.cl/c4mttw>
- Decreto Ejecutivo 405. (2022). *Reglamento de construcción sostenible*.
- Ekos Construcción. (2023, 13 de junio). *Vivienda de interés social: clave para el desarrollo de las comunidades*. Ekos Negocios. <https://n9.cl/x8hox>

- García Mejía, C. (2016, 23 de agosto). ¿Qué significa que un material sea sostenible? Houzz. <https://n9.cl/1lr37>
- Garrido Castillo, J. E., & Morales Quispe, M. Y. (2019). *Diseño de un sistema fotovoltaico autónomo para la demanda eléctrica del centro de salud Magllanal, Jaen-Cajamarca* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Jaén].
- Grupo Mathiesen. (2025). *Innovaciones en materiales de construcción 2025: Hormigón autorreparable, nanotecnología y construcción sostenible*. <https://n9.cl/f3a6n>
- Guevara Alban, G., Verdesoto Arguello, A., & Castro Molina, N. (2020). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). *ReciMundo*, 4(3), 163-173.
- Habitato. (2025, 7 de junio). *Materiales sostenibles en 2025: del bambú estructural a la lignina*. <https://habitato.com/materiales-sostenibles-2025/>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Pilar Baptista, L. (2020). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill / Interamericana Editores.
- Hernández Escobar, A., Vera Solórzano, D., Fienco Bacusoy, A., & Gonzales Carillo, V. (2024). Caracterización socio-ambiental del valle de Joa, cantón Jipijapa. *Revista Sinapsis*, 24(1). <https://doi.org/10.37117/s.v24i1.982>
- Hi Power. (2023, 1 de enero). ¿Qué es y cómo funciona un sistema híbrido de energía solar?. Hi Power Energía Solar y almacenamiento. <https://n9.cl/71io7w>

- Juan Pérez, J. I. (2017). Identificación y evaluación de impactos ambientales en el Campus Ciudad Universitaria, Universidad Autónoma del Estado de México, Cerro de Coatepec, Toluca México. *Acta Universitaria*, 27(3), 36-56. <https://doi.org/10.15174/au.2017.1249>
- Leaf latam. (2025, 23 de mayo). *Materiales de construcción sostenible: los más utilizados e innovadores del 2025*. <https://n9.cl/5qm32>
- Leonics. (2025). *Solar photovoltaic systems*. Leonics. https://www.leonics.com/support/article2_12j/articles2_12j_en.php
- Loor Villamar, J. J. (2024). *Diseño de vivienda segura de interés social utilizando materiales alternativos en el cantón Jipijapa, comuna Joa* [Tesis de ingeniería, Universidad Estatal del Sur de Manabí].
- López Fernández, L. D., & López Fernández, B. C. (2022). *Diseño eléctrico de un sistema fotovoltaico On Grid para el complejo de concientización y cuidado del mar, Yubarta* [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana].
- López, N., Aguilar, P., Vielma, J., López, L., Romero, C., & Montesinos, V. (2021). Sustitución del hormigón armado por bambú en viviendas sociales en Ecuador, usando conexiones resistentes al momento. *Redalyc*, 22(1), 32-51.
- López, P. L. (2004). Población, muestra y muestreo. *Punto Cero Online*, 9(8), 69-74.
- Mapcarta. (2025). *MapCarta*. <https://mapcarta.com/es/19656556>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería, Mesa Sectorial del Bambú, & Red Internacional del Bambú. (2018). *Estrategia Nacional del Bambú 2018-2022* (versión resumida).
- Miranda, P. E. (2019). *Análisis de costos entre vivienda de interés social vertical y vivienda de interés social horizontal en San Juan del Río* [Tesis de pregrado, Universidad Autónoma de Querétaro].

- Moreira, E., Toala, M., & Loor, J. (2019). Construcciones sostenibles: Materiales ecológicos en viviendas de interés social (VIS) como aporte al hábitat humano. *DAYA*, (7), 67-81.
- ONU Hábitat. (2025). *Elementos de una vivienda adecuada*. ONU-Hábitat. <https://onu-habitat.org/index.php/elementos-de-una-vivienda-adecuada>
- Palomino Apaza, O. E., & Zamora Arias, S. M. (2021). *Vivienda de interés social con materiales sostenibles para mitigar la contaminación ambiental* [Tesis de pregrado, Universidad Ricardo Palma - URP].
- Parrales Cantos, G. N. (2023). Modelo de evaluación ambiental para viviendas con materiales sostenibles. *Religación*, 8(32).
- PNUMA, & CEA. (2023). *Materiales de construcción y el clima: Construyendo un nuevo futuro*. ONU Programa para el Medio Ambiente.
- Prado Miranda, A. D. (2022). *Diseño de viviendas unifamiliares de interés social utilizando principios sostenibles en las 4 regiones del Ecuador* [Tesis de arquitectura, Universidad de Especialidades Espíritu Santo].
- Ramos Aguilar, A. J. (2023). *Estudio de factibilidad para la implementación de sistemas fotovoltaicos en los sectores residenciales, comerciales e industriales de la ciudad de Ibarra* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte].
- Realia. (2024). *¿Qué es una vivienda de interés social?*. Realia. <https://www.realia.es/inmopedia/que-es-vivienda-de-interes-social>
- Realia. (2024). *Vivienda sostenible*. Realia. <https://www.realia.es/inmopedia/vivienda-sostenible>
- Renova Energía. (2025). *Jinko Solar Tiger Neo N-type JKM420N-54HL4-V*. Renova Energía. <https://n9.cl/jw4wp>

- Sacosa. (2023, 6 de octubre). *Adobe: material de construcción*. Sacosa. <https://sacosa.es/adobe-material-de-construccion/>
- Saint-Gobain. (2024). *Soluciones sostenibles para la construcción*. Saint-Gobain.
- Samaniego Mendoza, V. R. (2021). El desarrollo sustentable en Ecuador: estrategias desde el sector de la construcción. *REVISTA RIE-MAT*, 6(2).
- Sánchez Tomalá, L. A., Suárez Yoza, J. A., & Carvajal Rivadeneira, D. D. (2025). Estrategias de sostenibilidad en la planificación de infraestructura: Un análisis textual discursivo de artículos de investigación. *MQRInvestigar*, 9(2), 1-20. <https://doi.org/https://orcid.org/0000-0002-8695-5005>
- Serrano B., A., & Andrade V., F. (2021, 14 de noviembre). Impacto ambiental de la construcción. *El Mercurio*. <https://n9.cl/gdqqr1>
- Simon. (2023, 3 de noviembre). *Viviendas sostenibles*. Simon Electric. <https://www.simonelectric.com/blog/viviendas-sostenibles>
- Stewart, L. (2024). *Atlas*.
- Team, E. (2024, 21 de junio). *Casas sostenibles: características, beneficios y ejemplos*. Biblus. <https://n9.cl/onw5bk>
- Torres, B., Segarra, M., & Braganca, L. (2019). El bambú como alternativa de construcción sostenible. *Extensión, Innovación y Transferencia Tecnológica*, 5, 89–40.
- Villao Miranda, O. J., & Consuegra Mite, E. R. (2021). *Dimensionamiento óptimo de un sistema fotovoltaico a través de herramientas computacionales en zonas aisladas* [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana].



Religación
Press
Ideas desde el Sur Global



Religación
Press

ISBN: 978-9907-845-12-9

