

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE ARQUITECTURA



La transformación exterior de los espacios domésticos a partir del uso de las tecnologías sostenibles en el sector 18 de Chiclayo en la actualidad

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
ARQUITECTO**

AUTOR

Augusto Rodrigo Roman Leonardo

ASESOR

Cesar Fernando Jimenez Zuloeta

<https://orcid.org/0000-0002-5714-6815>

Chiclayo, 2025

**La transformación exterior de los espacios domésticos a partir del
uso de las tecnologías sostenibles en el sector 18 de Chiclayo en la
actualidad**

PRESENTADA POR

Augusto Rodrigo Roman Leonardo

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

ARQUITECTO

APROBADA POR

Jose Carlos Arriaga Saavedra

PRESIDENTE

Gonzalo Mauricio Echeandia Vanderghem

SECRETARIO

Cesar Fernando Jimenez Zuloeta

VOCAL

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mi familia, por su apoyo incondicional y amor constante a lo largo de este proceso.

Agradecimientos

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que han sido parte de este proceso. A mi asesor, por su invaluable orientación y apoyo en cada etapa de mi investigación. A mi familia, por su amor, paciencia y por siempre estar a mi lado, brindándome fuerzas para seguir adelante. A mis amigos y compañeros de carrera, por su comprensión y aliento. A todos aquellos que contribuyeron, de una u otra manera, a la realización de este trabajo, les estoy profundamente agradecido.

INFORME DE ORIGINALIDAD

13%	13%	9%	9%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
2	www.coursehero.com Fuente de Internet	1%
3	etd.repository.ugm.ac.id Fuente de Internet	1%
4	orbi.uliege.be Fuente de Internet	<1%
5	www.cedeus.cl Fuente de Internet	<1%
6	www.guzzetti.net Fuente de Internet	<1%
7	Submitted to University of Nottingham Trabajo del estudiante	<1%
8	Submitted to Instituto Especializado de Estudios Superiores Loyola Trabajo del estudiante	<1%
9	Shang-Keng Liu, Zih-Ee Lin, Pei-Te Chiueh. "Improving urban sustainability and resilience with the optimal arrangement of water-energy-food related practices", Science of The Total Environment, 2022 Publicación	<1%
10	Submitted to Universidad Rey Juan Carlos Trabajo del estudiante	<1%

Índice

Resumen	6
Abstract	7
Introducción.....	8
Revisión de literatura.....	11
Materiales y métodos	18
Resultados	21
Discusiones	41
Conclusiones	44
Recomendaciones	45
Referencias.....	46
Anexos	50

Resumen

Este estudio se basa en analizar el potencial de transformación del sector 18 de Chiclayo, a través de la posible implementación de tecnologías sostenibles, abordando los desafíos generados por el aumento en la intensidad climática según la radiación solar y fuertes vientos. Para lograr dicho objetivo se propone mejorar las viviendas locales mediante una adaptación de tecnología en sus elementos arquitectónicos, a partir de su materialidad en fachadas y cubiertas. La metodología incluyó tanto un análisis climático del sector como la observación directa de los materiales de construcción y su desgaste por exposición a condiciones adversas. Además, se analizaron tecnologías sostenibles utilizadas a nivel global, que vayan de acuerdo a las condiciones del sector, como células solares y motores eólicos. Este análisis permitirá entender que la aplicación de estos dispositivos en elementos exteriores de viviendas podría favorecer la adaptación al clima cambiante y mejorar la eficiencia energética. Este enfoque arquitectónico plantea una alternativa que busca transformar las edificaciones y aprovechar el cambio climático como un recurso, impulsando una arquitectura sostenible que junte lo natural con lo artificial. Además, de contribuir positivamente al entorno social y urbano, fomentando una arquitectura alineada con la sostenibilidad y la eficiencia energética.

Palabras clave: Arquitectura, sostenibilidad, tecnología, adaptabilidad, tecnología apropiada, desarrollo sostenible, Eficiencia energética, Energía solar, Energía eólica.

Abstract

This study analyzes the transformative potential of Sector 18 in Chiclayo through the implementation of sustainable technologies, addressing the challenges posed by increased climate intensity due to solar radiation and strong winds. To achieve this objective, the study proposes improving local housing by adapting technology to its architectural elements, focusing on the materials used in facades and roofs. The methodology included both a climate analysis of the sector and direct observation of construction materials and their deterioration due to exposure to adverse conditions. Furthermore, globally used sustainable technologies, such as solar cells and wind turbines, were analyzed to determine their suitability for the sector's conditions. This analysis will demonstrate that applying these devices to exterior elements of homes could facilitate adaptation to the changing climate and improve energy efficiency. This architectural approach offers an alternative that seeks to transform buildings and harness climate change as a resource, promoting sustainable architecture that integrates the natural with the artificial. It also aims to contribute positively to the social and urban environment by fostering architecture aligned with sustainability and energy efficiency.

Keywords: Architecture, sustainability, technology, adaptability, appropriate technology, sustainable development, energy efficiency, solar energy, wind energy

Introducción

El cambio climático es un factor constante en todo el mundo, algo que va en crecimiento cada año. No obstante, de esa situación se puede ver una forma sostenible para mejorar la arquitectura a partir de fuentes de energía renovable. Por parte del contexto latinoamericano el Perú posee un alto potencial energético derivado de su aumento en la radiación solar y de los vientos costeros, lo cual ofrece una oportunidad significativa para el desarrollo de estrategias arquitectónicas sostenibles. Además, si bien existen avances normativos y técnicos vinculados al desarrollo sostenible, su aplicación en la vivienda doméstica aún es limitada.

Así mismo, en una zona del Perú, particularmente en la región Lambayeque, se presentan condiciones ambientales favorables para la aplicación de tecnologías sostenibles. El incremento en la intensidad climática registrado durante los últimos diez años, con un aumento aproximado del 33 % en la radiación solar y la fuerza de los vientos, según herramientas como global Atlas, ha generado efectos visibles en la habitabilidad y en el desgaste físico de las edificaciones. Esta situación plantea la necesidad de replantear el diseño arquitectónico, priorizando soluciones que optimicen el desempeño energético y mejoren la relación entre la vivienda y su entorno.

Es así que la arquitectura doméstica, en el sentido material, se ha orientado hacia la sostenibilidad como respuesta al cambio climático, promoviendo la incorporación de tecnologías que aprovechan energías renovables como la solar o la eólica. Estas innovaciones no solo redefinen el modo en que se diseñan y construyen los espacios, sino que también integran nuevas formas de relación entre lo natural y lo artificial, orientadas hacia la eficiencia energética y la resiliencia ambiental.

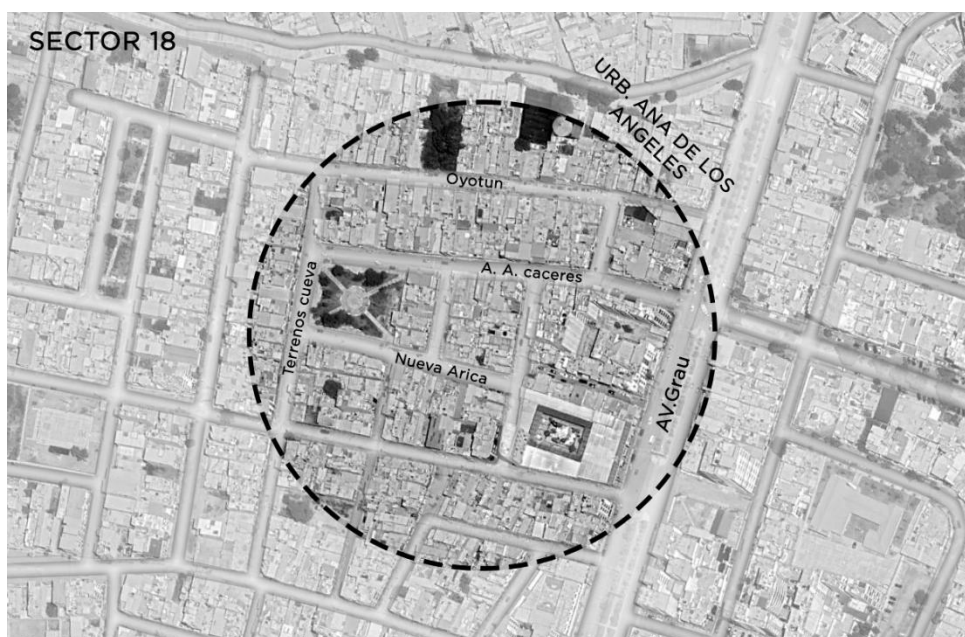
Esta idea de transformar la arquitectura desde el nivel material surge a partir de querer innovar y adaptar ante una situación que afecta de manera global, como sería el cambio climático. Hay registros sobre el aumento de la intensidad climática durante los últimos diez años, con un cambio mínimo aproximado del 10% en los diferentes climas y sus efectos en menor escala. Por eso, en la actualidad, se evidencia con mayor fuerza la radiación solar y la intensidad de los vientos.

Bajo este marco el Sector 18 de Chiclayo, del cual se toma como base la urb. Ana de los ángeles, en Andrés Avelino Cáceres, zona cercana a la Av. Grau (ver figura 1). Es un sector representativo para explorar el potencial sobre la transformación del material arquitectónico en

base a la tecnología sostenible. Se entiende la transformación como el cambio realizado en un objeto específico a partir de un concepto, en este caso, el de tecnología aplicada para utilizar energía renovable. Este estudio analiza cómo las fachadas y cubiertas pueden adaptarse para incorporar sistemas que aprovechen el viento y el recorrido solar, contribuyendo así a reducir el impacto ambiental y promover una arquitectura doméstica más eficiente, resiliente y alineada con los principios del desarrollo sostenible.

Figura 1

Plano de ubicación referencial del sector



Nota. Google earth.

Es por eso, que se define una pregunta rectora que guía la investigación, integrando diversos cuestionamientos en un solo eje: ¿cuáles son las transformaciones exteriores que pueden tener los espacios domésticos a partir del uso de las tecnologías sostenibles en el sector 18 de Chiclayo en la actualidad? Esta investigación se aborda desde una perspectiva cualitativa y cuantitativa, ya que requiere tanto datos medibles relacionados con la gestión y la eficiencia energética, como la observación de los resultados en función de la arquitectura vinculada a las energías renovables, producto de la interacción entre la tecnología y el clima.

Del mismo modo, en el presente trabajo se dará como propuesta la reflexión acerca de lo que hoy es adaptable y de qué forma, sin perder privacidad ni confort. Por consiguiente, se establece como objetivo general analizar las transformaciones del espacio doméstico a través de las diferentes aplicaciones de las tecnologías sostenibles en el diseño arquitectónico del sector 18 de Chiclayo.

Este se descompone en tres objetivos específicos: primero, identificar las condiciones físico-espaciales del sector; segundo, analizar las tecnologías sostenibles basadas en energía cinética que pueden aplicarse como elementos arquitectónicos; y tercero, evaluar la viabilidad de estas tecnologías para ser adaptadas en las fachadas de los espacios domésticos, con el fin de determinar qué método, según el concepto de tecnología sostenible, resulta más viable.

Por lo tanto, en la primera fase del estudio se analiza las condiciones climáticas y la materialidad de las edificaciones en el sector. Se reconoce los vientos y radiación solar como un impacto significativo en los elementos arquitectónicos. En la segunda fase, se analizan tecnologías sostenibles que vallan de acuerdo a las condiciones antes encontradas del sector. Finalmente, para la tercera fase, se evalúa su eficiencia energética en contraste a un modelo de vivienda que se generalice con las de la urbanización.

Los resultados demuestran la viabilidad de integrar tecnologías eólicas y solares, también se observa que la energía eólica tiene más beneficios debido a la mayor frecuencia de vientos y también la constancia de la misma. La justificación de este estudio es demostrar el potencial de transformar la arquitectura para enfrentar una problemática actual, el deterioro social y arquitectónico causado por las condiciones climáticas y, al mismo tiempo, aprovechar esta situación para innovar y mejorar el diseño arquitectónico.

Asimismo, se plantea el verificar la adaptación a los elementos horizontales y verticales en relación con la materialidad, la gestión y la eficiencia energética del entorno seleccionado, con el fin de obtener resultados a partir de los datos recolectados. Al mismo tiempo, este modelo sostenible aporta diversos beneficios que enriquecen al edificio, entre ellos un notable incremento de la vegetación urbana, lo cual genera un mejor control energético y de confort. Como ejemplo, el índice de estrés por calor exterior y el consumo energético pueden reducirse en 4.6 °C, 5.4% y 42.4%, respectivamente (Dardir & Berardi, 2021).

A partir de esta idea, además del modelo arquitectónico, se requiere un control de las necesidades, la revisión de regulaciones, la recopilación de información y un apoyo financiero, de modo que los resultados al plantear estas propuestas y los diferentes modelos sostenibles aplicables a los espacios domésticos sean más efectivos (Simon et al., 2023)

Revisión de literatura

En esta parte de la investigación se exploran los conceptos fundamentales que sustentan el estudio sobre la transformación exterior de los espacios domésticos a partir del uso de tecnologías sostenibles en el sector 18 de Chiclayo. Con el fin de comprender cómo la innovación sostenible puede influir en el diseño arquitectónico y mejorar la calidad de vida en los espacios domésticos, de acuerdo con las condiciones ambientales que afectan al sector.

La base teórica de esta investigación reúne los conceptos fundamentales que sustentan el estudio sobre la transformación de los espacios domésticos. En esta sección se abordan los principios, modelos y enfoques arquitectónicos relacionados con la sostenibilidad, la eficiencia energética y la resiliencia urbana, que permiten entender el fundamento desde el cual se desarrolla el análisis.

En primer lugar, es necesario comprender el concepto de arquitectura doméstica mediante un marco conceptual que defina lo necesario a partir de variables como la tecnología sostenible y las condiciones urbano-ambientales, lo que permite comprender de qué manera la innovación sostenible puede influir en el diseño arquitectónico y, a su vez, contribuir a mejorar la calidad de vida en los espacios domésticos, en función de las condiciones ambientales específicas que caracterizan al sector (Burga Bartra, 1989).

Asimismo, el estudio debe orientarse hacia modelos teóricos que permitan definir fachadas capaces de promover una ciudad sostenible y resiliente. Estos modelos examinan los beneficios de los elementos arquitectónicos sostenibles, tanto horizontales como verticales, en términos de eficiencia térmica, gestión energética, materialidad y uso eficiente del agua, lo que los posiciona dentro de un marco conceptual relevante. En consecuencia, los espacios domésticos que integran dichos elementos se convierten en componentes activos dentro del proceso de transformación urbana, aportando beneficios en confort térmico, eficiencia energética y gestión hídrica. En particular, la implementación de techos sostenibles evidencia un impacto positivo y eficiente, reforzando su papel dentro de la arquitectura contemporánea orientada a la sostenibilidad (Cristiano et al., 2021).

Del mismo modo, resulta esencial analizar las diferentes formas de expresión del paradigma de la sostenibilidad, el cual se adapta continuamente a las innovaciones tecnológicas y constructivas propias de cada época. Un ejemplo claro es la elección del material

arquitectónico, que permite contrarrestar los efectos del aumento de las temperaturas y mejorar el desempeño térmico de la vivienda. Estos materiales sostenibles contribuyen directamente a la eficiencia energética, al reducir la necesidad de sistemas de climatización artificial. Por ello, su aplicación representa una forma concreta de innovación dentro del campo de la tecnología sostenible (Staszczuk & Kuczyński, 2021).

En continuidad con lo anterior, la exploración de conceptos y estrategias sostenibles debe formar parte de la metodología de estudio, tomando como base la variable de sostenibilidad aplicada al contexto urbano y ambiental. En este sentido, el enfoque se orienta hacia principios teóricos y modelos arquitectónicos que permitan abordar los desafíos actuales de la sostenibilidad en la vivienda. Así, se propone un modelo integral que incorpore tres estrategias clave, generando beneficios tanto ambientales como urbanos, al aportar vitalidad estética, confort térmico y ahorro energético. Dentro de estas soluciones, destacan las cubiertas sostenibles en sus diferentes variantes, las cuales contribuyen a la retención de agua y a la reducción de temperatura. Aun cuando presentan limitaciones, como la posible saturación, un mantenimiento adecuado permite mantener su eficiencia y prolongar sus beneficios a largo plazo. (Alim et al., 2022).

En complemento a las estrategias mencionadas, se pueden combinar diferentes ideas que contribuyan a reforzar los ideales de sostenibilidad y optimización del rendimiento energético. Al integrar sistemas de ventilación natural y control solar pasivo, es posible lograr efectos significativos en la reducción del consumo eléctrico. Métodos como el aprovechamiento de la iluminación natural, el uso de aislamientos térmicos adecuados y la gestión eficiente de los recursos permiten, en conjunto, consolidar un entorno arquitectónico más responsable y acorde con los principios de la arquitectura bioclimática (Liu et al., 2023).

Siguiendo la línea de las estrategias bioclimáticas, se aborda ahora la metodología teórica para la implementación de un modelo de infraestructura verde, el cual integra los tres conceptos previamente mencionados: materialidad, gestión y eficiencia energética. La combinación articulada de estas estrategias sostenibles genera resultados diversos, entre los más destacados se encuentran la optimización del consumo energético, el incremento del valor arquitectónico de la edificación y la mejora del confort térmico interior, lo que repercute directamente en la calidad de vida del usuario. Además, estos beneficios trascienden el ámbito energético, al incorporar ventajas en la gestión hídrica, la regulación micro climática y la durabilidad

constructiva. En conjunto, este modelo fortalece la resiliencia de los espacios domésticos frente a condiciones ambientales adversas. (Tian et al., 2023).

En continuidad con el modelo de infraestructura verde, se resalta la importancia de la materialidad como componente esencial en la eficiencia ambiental de las edificaciones. En este marco, se destacan los conceptos teóricos sobre infraestructuras innovadoras y materiales sostenibles orientados a optimizar el rendimiento energético mediante el uso de materiales reciclados y vegetación aplicada a la regulación térmica. Dichas estrategias pueden implementarse en fachadas y cubiertas, donde contribuyen directamente a la estabilidad térmica del entorno construido. Asimismo, se reconocen materiales como los gránulos de polietileno reciclado, los recursos locales y la vegetación, junto con otros componentes de origen orgánico o resistentes a climas húmedos, capaces de mejorar la respuesta térmica dinámica y regular eficazmente las fluctuaciones de temperatura (Cascone, 2022).

En complemento a lo anterior, resulta fundamental vincular la elección de materiales con la capacidad de resiliencia de las edificaciones frente a las condiciones ambientales. En este sentido, la materialidad debe responder no solo a criterios de sostenibilidad, sino también a la vulnerabilidad estructural y climática del entorno. Por ello, es esencial seleccionar materiales que se ajusten a las características locales y que, además, ofrezcan resistencia térmica, capacidad de retención hídrica y la posibilidad de integrar soluciones de reciclaje en los procesos constructivos (Kazemi et al., 2023).

A partir de ello, el enfoque se amplía hacia la aplicación de tecnologías renovables, que constituyen la base teórica del presente estudio. Estas tecnologías incorporan soluciones que favorecen la eficiencia energética y la integración vegetal en las edificaciones, contribuyendo a los principios de sostenibilidad. Entre ellas destacan los sistemas fotovoltaicos, que combinan el aprovechamiento de la radiación solar con estrategias bioclimáticas orientadas a la reducción del consumo energético y la mitigación de impactos ambientales. De igual manera, los sistemas híbridos PVT (fotovoltaicos térmicos) y las cubiertas verdes (GR) representan alternativas aplicables a fachadas y cubiertas, aportando beneficios ambientales, energéticos y económicos, especialmente relevantes ante los crecientes eventos climáticos extremos (Elaouzy & El Fadar, 2023).

En cuanto a los antecedentes científicos, esta sección presenta investigaciones y casos de estudio previos que han abordado la aplicación de tecnologías sostenibles en distintos

contextos. Estos aportes permiten identificar tendencias, resultados y enfoques metodológicos relevantes que sirven como referencia para el desarrollo de la presente investigación en el sector 18 de Chiclayo.

En esta línea, resulta importante identificar las brechas y tendencias en el campo de la eficiencia energética y el diseño bio-inspirado. En el ámbito internacional, Shashwat et al. (2023) identifican brechas y tendencias en la eficiencia energética y el diseño bio-inspirado aplicados al entorno construido. Su estudio, basado en un análisis bibliométrico de más de mil publicaciones, revela un énfasis insuficiente en el análisis térmico y en el uso de superficies reflectantes, señalando la necesidad de integrar con mayor profundidad la forma arquitectónica y la relación con el ecosistema para fortalecer la sostenibilidad urbana.

Asimismo, los estudios recientes sobre la geometría de las fachadas demuestran su potencial para optimizar tanto el confort visual como la eficiencia energética, consolidándose como un aporte teórico relevante para el análisis arquitectónico sostenible. En una investigación aplicada a oficinas ubicadas en cuatro climas distintos de Irán, se emplearon herramientas como Grasshopper, Rhino, Radiance, Daysim y EnergyPlus para modelar y simular el desempeño energético. Los resultados evidencian que una inclinación de fachada entre 10° y 30° mejora el confort visual hasta en un 75% y reduce de forma significativa el consumo energético, lo que permitió desarrollar un marco de diseño adaptable a distintas condiciones climáticas (Mahdavinejad et al., 2024).

Por otra parte, se identifican métodos basados en el análisis de proyectos y propuestas afines a la investigación, enfocados en fortalecer la resistencia ante desastres climáticos, como las lluvias intensas o inundaciones urbanas. Estos estudios permiten evaluar y comparar estrategias de adaptación que buscan transformar las dinámicas del entorno construido, reduciendo los efectos negativos del cambio climático y promoviendo un enfoque resiliente y sostenible en el desarrollo urbano (Zhang et al., 2023)

En adición, es necesario analizar las vulnerabilidades asociadas a los efectos del cambio climático, considerando que la resistencia de las edificaciones frente a estos eventos constituye una variable dependiente y modificable. Uno de los problemas más comunes es la filtración de agua, la cual afecta la durabilidad de las estructuras, modifica la temperatura interior y deteriora la calidad habitacional. En este sentido, mediante el uso de datos climáticos, mapas isopletas y técnicas de extrapolación, es posible identificar y evaluar el riesgo de penetración de agua en

las construcciones, aportando herramientas para mejorar su desempeño frente a condiciones adversas.

Se identifican diversas consecuencias derivadas de los eventos climáticos, las cuales generan problemáticas de vulnerabilidad como las inundaciones. Un ejemplo de ello se observa en la ciudad de Adama, afectada por las lluvias debido a su limitada preparación ante desastres naturales. Esta situación pone de manifiesto la importancia de la adaptabilidad urbana como estrategia para mitigar los efectos del cambio climático. En este contexto, se emplea el método SETS, una herramienta que analiza componentes sociales, ecológicos y tecnológicos con el fin de evaluar el potencial de adaptación urbana y mejorar las condiciones existentes mediante la identificación de puntos vulnerables y necesidades prioritarias (Leta & Adugna, 2023).

En consecuencia, se deben formular estrategias que permitan reducir la vulnerabilidad de las edificaciones frente a los eventos climáticos. Para ello, resulta esencial implementar tres principios clave: materialidad, gestión y eficiencia energética. Dentro de este enfoque, una de las propuestas más relevantes consiste en analizar las transferencias de calor y masa en las edificaciones, especialmente en las cubiertas, ya que estas permiten mantener ambientes interiores más frescos y mejorar el confort habitacional, al mismo tiempo que incrementan la eficiencia energética (Wang et al., 2023).

Asimismo, junto con el estudio teórico desarrollado, resulta fundamental analizar casos de estudio previos relacionados con el tema o con problemáticas de naturaleza similar. Un ejemplo significativo es el caso de Chile, donde se aplican estrategias de sostenibilidad y resiliencia orientadas a reducir la vulnerabilidad urbana y ambiental. En este estudio se desarrolla un marco analítico que facilita la recolección de información y permite plantear acciones para mitigar problemas como la contaminación y la deficiente gestión de recursos (Simon et al., 2023).

De igual manera, se han desarrollado estudios en otros contextos climáticos que aportan significativamente a la presente investigación, al analizar problemáticas afines bajo distintas condiciones ambientales. En estos casos, las inundaciones y el sobrecalentamiento se presentan como factores que incrementan la vulnerabilidad estructural y térmica de las edificaciones. Por ello, se enfatiza la implementación de sistemas de refrigeración pasiva en climas cálidos como una respuesta eficaz frente a estas condiciones. Diversos ensayos han demostrado la alta eficiencia de estos métodos en modelos IG, los cuales pueden potenciarse mediante tecnologías sostenibles que favorezcan el confort térmico interior (La Roche et al., 2020)

Asimismo, existen casos en los que se aplican estrategias sostenibles de carácter informal, sin requerir una infraestructura compleja, pero que logran integrarse de manera efectiva en la arquitectura. Un ejemplo de ello es la agricultura urbana, utilizada como mecanismo de gestión y mitigación frente a fenómenos como las inundaciones, contribuyendo así a la formación de entornos más resilientes. Estas zonas actúan como áreas de amortiguamiento hídrico frente a sectores vulnerables, funcionando incluso como barreras naturales o muros de contención previos a las zonas de riesgo (Ebissa & Desta, 2022).

Dicho esto, un aspecto sostenible de gran relevancia es la integración de la vegetación como estrategia arquitectónica para reducir la vulnerabilidad ambiental de las edificaciones. Un ejemplo representativo se encuentra en Toronto, donde se desarrolló un estudio sobre el impacto de la vegetación urbana y sus beneficios en la eficiencia energética. En este contexto, se resalta el concepto de infraestructura verde, entendido como la base física y funcional de la arquitectura sostenible, que emplea la vegetación para mitigar problemáticas ambientales y urbanas. Gracias a ello, se disminuye el consumo energético, se reduce la ganancia térmica interior y se atenúa el estrés térmico, al mismo tiempo que se potencia la calidad paisajística y el valor estético del entorno construido (Dardir & Berardi, 2021).

De manera complementaria, este estudio se centra en los daños ocasionados por los eventos climáticos en zonas monumentales y patrimoniales, y en cómo el uso de tecnologías sostenibles contribuye a la preservación de estos edificios, lo cual lo convierte en un antecedente directo y relevante para la presente investigación. Dichos eventos afectan la integridad y durabilidad de los materiales, acelerando su deterioro y reduciendo su vida útil. Ante esta situación, se proponen distintas tecnologías y estrategias de preservación, cuyo propósito es mitigar los efectos del cambio climático sobre las construcciones históricas y adaptarlas a nuevas condiciones ambientales. A partir de estas propuestas, se rescatan conceptos aplicables al presente estudio, como la categorización de las medidas adaptativas en tres niveles: tradicionales, adaptativas y emergentes (Blavier et al., 2023).

En continuidad con lo anterior, se pueden implementar estrategias complementarias que fortalezcan los beneficios obtenidos mediante tecnologías sostenibles, favoreciendo un desarrollo resiliente frente a los problemas climáticos. Mediante un análisis en Sistemas de Información Geográfica (SIG), es posible identificar y evaluar las condiciones del entorno para definir la aplicación de estrategias integrales bajo el formato PAW (Producción, Agua y Energía). Este enfoque permite optimizar la gestión de los recursos esenciales y promover una

relación equilibrada entre infraestructura y medio ambiente. Asimismo, a través del estudio de la morfología urbana, se puede determinar la capacidad adaptativa del entorno, favoreciendo la creación de sistemas productivos sostenibles capaces de transformarse y mantener su eficiencia ante los efectos del cambio climático (Montealegre et al., 2022).

Por otro lado, es pertinente considerar estudios que aborden distintos enfoques en la evaluación del potencial de las energías sostenibles. Un ejemplo relevante es el análisis del potencial eólico urbano realizado en la República Dominicana, el cual emplea datos meteorológicos y herramientas de información geográfica, centrándose en los aspectos más significativos para el proceso de diagnóstico energético. En este estudio se aplicó un análisis FODA-PAJ, con el propósito de evaluar los factores que inciden en el desarrollo de la energía eólica urbana. Los resultados obtenidos revelan una velocidad media del viento de 3.66 m/s y una dirección predominante de 86°. Asimismo, la Producción Anual de Energía (PAE) se estimó en 1,145 kWh/a por aerogenerador, alcanzando un total de 423,936 kWh/a con diez aerogeneradores por provincia. Finalmente, el análisis determinó que las fortalezas y oportunidades representan un valor de 0.693, frente a un 0.307 correspondiente a debilidades y amenazas, lo que evidencia un potencial positivo para la implementación de energías eólicas en entornos urbanos (Vallejo Díaz et al., 2023).

Para finalizar, se identifican casos en los que la aplicación de modelos sostenibles permite resolver problemáticas ambientales específicas. En la zona urbana de Oporto, por ejemplo, se busca mejorar la calidad del aire y la eficiencia energética mediante la implementación de cubiertas sostenibles. Diversos estudios evidencian que estas estructuras pueden generar impactos directos e indirectos en el entorno, especialmente en el ámbito energético, al influir en la variación térmica del edificio y del ambiente circundante. (Rafael et al., 2021).

Materiales y métodos

El tipo de investigación que se hizo es de forma aplicada, puesto que se resuelve un problema real y específico mediante la aplicación de conocimientos teóricos. Así mismo, se buscó una mejora para el entorno social y arquitectónico urbano.

Por otro lado, la investigación fue exploratoria, al comprender y analizar aspectos vinculados al ambiente, en este caso la ciudad de Chiclayo, sector 18. El enfoque aplicado fue de carácter mixto, ya que permite analizar tanto los aspectos cuantitativos, como la eficiencia energética y el aprovechamiento de los recursos naturales. Como los aspectos cualitativos, relacionados con la transformación formal y material de las fachadas del espacio doméstico. Este tipo de aproximación es coherente con estudios previos como el de Alim et al. (2022), quienes abordan el desarrollo urbano sostenible mediante cubiertas verdes desde una perspectiva integral que combina datos de gestión hídrica y energética con la valoración del impacto ambiental y urbano.

En la primera fase del estudio, se quiere identificar las condiciones del sector 18 de Chiclayo para comprender las características urbano arquitectónicas y ambientales. A partir de ello, se obtuvieron datos cualitativos y cuantitativos. A partir de la visita al sector, se realizó una comparación con respecto a imágenes visualizadas por el instrumento de Google earth y su función de ver calles de años pasados, sobre los elementos arquitectónicos en fachada. Es así, que se evaluando su estado actual según el desgaste y la materialidad que los compone, para luego compararlos y seleccionar los de mayor uso.

Por otro lado, Usando las herramientas MINEM y Global solar atlas, se determinó que un aproximado del 85% de los días del año presentan una intensidad solar significativa y con la herramienta MINEM y Global Wind Atlas se estimara la fuerza de los vientos nocturnos y su presencia constante por día.

Asimismo, revisando diferentes páginas, como el “INEI – Censos Nacionales (Perú)”, se sustenta los materiales usando en Chiclayo, y visualizando con Google earth se puede estimar que el 70% de los edificios emplea materiales que sufren un desgaste acelerado debido a la exposición solar. Con ello se identificaron las cualidades más relevantes del sector, basadas en los aspectos físico-ambientales. Un ejemplo relacionado es un caso en Italia, donde la investigación previa consistió en evaluar y comparar, llegando así a una solución geohidrológica que permite monitorear los datos a través de aplicaciones móviles. Este método

facilita la evaluación de los impactos y consecuencias de los eventos climáticos (Salvati et al., 2021)

A continuación, en la segunda fase Analizar las diferentes aplicaciones de las tecnologías sostenibles según las condiciones del lugar para conocer su valor y cualidades arquitectónicas. Primero, según lo analizado previamente en la fase 1, se determinará que hay 2 condiciones constantes con respecto al valor climático, la radiación solar y los fuertes vientos. además, bajo la guía de MINEM se mencionará la presencia de 2 fuentes de energía renovables. Como resultado a eso, se mostrarán 2 tecnologías sostenibles, una en base a células solares y otra basada en muros eólicos.

Como siguiente paso, se procederá a ver datos según medidas de unidad importantes para estas tecnologías, para determinar en la tercera fase el beneficio energético que se podrá aportar. Para la parte de células solares, se recurrirá a datos públicos obtenidos de fuentes satelitales gratuitas como “Global Solar Atlas” y “Nasa Power”, más las fichas técnicas de la tecnología solar para determinar según la medida KW. Del mismo modo, con respecto a los motores eólicos, se recurrirá a Global Wind Atlas, NASA POWER y observaciones locales para determinar su beneficio por m².

Así mismo, se justifica su viabilidad como material arquitectónico en un elemento, es un método de crecimiento o evolución en la arquitectura. La incorporación de tecnologías sostenibles permite redefinir la relación entre forma, función y entorno. Según Burga (1999), el espacio arquitectónico se transforma continuamente en respuesta a nuevas condiciones sociales y tecnológicas, lo que justifica la integración de sistemas que optimicen el rendimiento ambiental sin alterar la esencia formal del diseño.

Finalmente, para la fase 3 se evaluará las diferentes aplicaciones de tecnologías sostenibles en los espacios domésticos del sector 18 de Chiclayo para definir cuáles son las de mayor beneficio formal. A partir de una observación hecha en Google earth se modelará una tipología de vivienda para ubicar los elementos y definir su beneficio. También se determinarán su consumo de energía y orientación para las energías cinéticas.

Una vez hecho eso, siguiendo la orientación del sol y los vientos se determinará la justificación para ubicar la tecnología de forma vertical u horizontal. Una vez reemplazado el material en el modelado, según el m², se determinará la cantidad que podría reunir de energía

el nuevo elemento según su referente de uso o documentación encontrada. De esta forma se justificará, la ubicación de estas tecnologías y se determinara a partir de una comparación si es conveniente una transformación del material en elementos de forma horizontal o vertical.

En adición a eso, a partir de otra evaluación por comparación, se definirá la tecnología sostenible según energía eólica o solar que sobresaldría más entre las dos, según modelos de vivienda y orientación.

Resultados

Fase 1: Identificar las condiciones del sector 18 de Chiclayo para comprender las características urbano arquitectónicas y ambientales.

En esta primera etapa, orientada a la variable de los límites arquitectónicos en el diseño de viviendas desde la dimensión del entorno físico y ambiental, se realizó un análisis de las condiciones climáticas y de la materialidad de las edificaciones en el sector 18 de Chiclayo, urb. Ana de los ángeles, en la calle Andrés avelino Cáceres y alrededores.

Los datos climatológicos se obtuvieron a partir de fuentes satelitales de acceso libre, como “MINEM”, “Nasa Power” y “Global Solar Atlas”, las cuales proporcionan información sobre radiación solar, velocidad y dirección del viento, temperatura y otros datos relevantes para la investigación. Asimismo, se utilizó “Global Wind” Atlas para complementar los registros de intensidad y frecuencia de los vientos en la zona urbana de Chiclayo.

Así mismo, estos datos fueron complementados mediante observación directa y registros fotográficos realizados en diferentes puntos del sector 18, con el fin de evaluar las condiciones materiales y ambientales de las edificaciones. Además, para la organización y procesamiento de la información se recurrió al uso de herramientas digitales como Excel y Google Earth, que permitieron elaborar tablas comparativas, mapas de orientación y estimaciones sobre el desgaste de materiales por exposición.

Este análisis arrojó resultados que permiten comprender cómo las condiciones climáticas del lugar inciden en los elementos arquitectónicos y cómo pueden ser aprovechadas a favor del diseño, según su intensidad.

Impacto que tienen las condiciones climáticas en el sector Urbano.

Como primer procedimiento en el análisis de las condiciones climáticas del sector. Según “MINEM”, se observa una mayor incidencia de los vientos y la radiación solar, los cuales afectan al área en determinadas franjas horarias. Estas dos condiciones tienen un impacto significativo en el sector: los vientos son más frecuentes, mientras que la radiación solar, aunque menos constante, presenta una mayor intensidad. Del mismo modo, su efecto dependerá de la morfología urbana, de la disposición de las calles y de los elementos arquitectónicos.

El enfoque de este análisis se basa en las condiciones bioclimáticas, considerando diferentes conceptos como el clima, la temperatura y, posteriormente, las condiciones de mayor presencia,

como los intensos vientos y el soleamiento. Asimismo, se toman en cuenta los elementos vegetales preexistentes, que también pueden generar un factor impredecible según su distribución y presencia.

Por parte del clima, se ha detectado una humedad relativamente baja. Asimismo, la temporada de lluvias, que dura de diciembre a abril, representa solo el 16.6% del año. Por otro lado, se experimenta un clima predominantemente soleado durante todo el año.

Por parte de las temperaturas que se presentan en Chiclayo, se detectó que de forma anual el promedio es de 23 °C en el sector urbano, con ciertos cambios en las diferentes temporadas, con una distribución de días de la siguiente manera:

De acuerdo con el Atlas de Energía Solar del Perú (MINEM–SENAMHI, 2003) y los datos del Global Solar Atlas (2024), la zona de Chiclayo presenta una irradiación media anual superior a 5 kWh/m²/día, lo que evidencia un alto potencial solar en la región. A partir de los registros climáticos y mediante una estimación proporcional, se observa que cerca del 15 % de los días del año alcanzan temperaturas mayores a 30 °C, con niveles de radiación UV muy altos (entre 8 y 11); el 70 % de los días presentan temperaturas templadas, entre 20 °C y 30 °C, con un índice UV moderado (5–7); mientras que el 15 % restante corresponde a días con temperaturas inferiores a 20 °C y una radiación UV baja (2–4).

En cuanto al soleamiento, se estima que alrededor del 85 % de los días del año registran un nivel solar medio a alto, lo que equivale a unas 4,500 horas de exposición anual aproximadamente, según la proyección de irradiación del Global Solar Atlas. Estas condiciones evidencian el potencial de aprovechamiento energético mediante sistemas solares en la región (ver Tabla 01).

Tabla 1

Correlación entre datos según la temperatura y soleamiento en el año.

Rango de Temperatura	Porcentaje del Año	Número de Días	Intensidad del Sol (Índice UV)
Superior a 30°C	15%	54 días	Alta (8-11)
Entre 20°C y 30°C	70%	255 días	Moderada (5-7)
Inferior a 20°C	15%	54 días	Baja (2-4)

Nota. Fuente Propia, 2024.

La intensidad del viento es un factor importante a tomar en cuenta, ya que puede alcanzar velocidades de hasta 20 km/h durante la noche, con posibilidades de ráfagas aún más fuertes. Este fenómeno presenta una frecuencia estimada del 25–35% de los días del año, equivalente a unos 110 días anuales, según registros del Global Wind Atlas (2025) y el SENAMHI (2024) para la región de Chiclayo.

También, durante el día se observa vientos generalmente moderados, donde se evalúa una intensidad con un promedio de 12 a 18 km/h. Sin embargo, desde el atardecer la velocidad del viento comienza a incrementarse, alcanzando su máximo entre las 9:00 p.m. y las 3:00 a.m., debido al gradiente térmico entre el mar y el desierto circundante. Esta variación horaria implica que los edificios deben estar diseñados para soportar estas condiciones y aprovechar la ventilación natural (ver tabla 02).

Tabla 2

Datos de intensidad de vientos.

Característica del Viento	Descripción	Porcentaje del Año	Número de Días
Velocidad Nocturna Máxima	Incremento a 20 km/h, máximo entre 9 p.m. y 3 a.m.	100%	~365 noches
Velocidad Diurna Moderada	12-18 km/h durante el día.	100%	~365 días

Nota. Fuente propia, 2024.

En el contexto urbano de Chiclayo, las calles más anchas y abiertas dentro de la trama experimentan una mayor presencia de vientos en comparación con las calles estrechas. Esto se debe a que los espacios amplios permiten un flujo de aire más libre, incrementando la velocidad del viento (Givoni, 1998; Olgyay, 2015). Según el análisis morfológico del sector 18, aproximadamente el 40% de las avenidas y calles principales presentan estas condiciones de apertura.

De acuerdo con registros del Global Wind Atlas y el SENAMHI, los vientos nocturnos en Chiclayo pueden alcanzar velocidades de hasta 20 km/h, con una frecuencia aproximada del 30% de los días del año, mientras que durante el día predominan intensidades moderadas entre 12 y 18 km/h. Estas dinámicas refuerzan la necesidad de diseñar edificaciones que aprovechen

la ventilación natural diurna y resistan los vientos más intensos nocturnos, optimizando así el confort térmico y la eficiencia energética del entorno construido.

Influencia de la vegetación en el sector ante las diferentes condiciones del lugar.

En el Sector 18 de Chiclayo, usando la herramienta de Google earth y visitando el sector, se evidencia una limitada presencia de vegetación urbana, con una presencia estimada menor al 20 % del área total, lo que repercute directamente en el microclima local. Esta carencia de zonas verdes genera un incremento de la temperatura ambiente y una menor capacidad de regulación térmica, especialmente durante los meses de mayor radiación solar. Según estudios recientes, la vegetación urbana puede reducir la temperatura del aire entre 1 °C y 3 °C y mejorar la calidad ambiental al incrementar la humedad relativa y filtrar contaminantes atmosféricos (Gherri, 2023).

Por tanto, la baja proporción de espacios vegetados en el sector refuerza la necesidad de aplicar tecnologías sostenibles en la arquitectura —como cubiertas verdes, fachadas vegetales o sistemas de ventilación natural— que permitan compensar la falta de vegetación y mejorar el confort térmico, la eficiencia energética y la habitabilidad de las edificaciones.

El estado y tipología de los elementos arquitectónicos según el clima actual en el sector.

El análisis realizado ha revelado información relevante sobre las condiciones bioclimáticas y su desarrollo en el sector 18, urb. Ana de los ángeles y alrededores (ver figura 1). A partir de estos datos, se procederá al análisis de los elementos arquitectónicos y de cómo estos interactúan y responden a dichas condiciones climáticas.

Este análisis se centra inicialmente en el estado de los espacios domésticos y sus fachadas, utilizando como método principal la observación directa in situ en el sector 18 de Chiclayo. A partir de este proceso, se identificó que aproximadamente el 70% de las edificaciones presentan materiales con signos de desgaste acelerado debido a la exposición prolongada a la radiación solar y a las condiciones térmicas del entorno, las cuales alcanzan temperaturas promedio entre 25°C y 29°C según los registros del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI, 2024). Este rango térmico, junto con la alta radiación solar reportada por la herramienta Global Solar Atlas, influye directamente en la degradación de los materiales de fachada.

En cuanto a la tipología, los espacios domésticos del sector 18 de Chiclayo presentan elementos arquitectónicos horizontales y verticales orientados hacia el exterior. Se observó que el 60% de las cubiertas están conformadas por losas de concreto, debido a su resistencia estructural y capacidad para soportar altas temperaturas, mientras que el 40% restante utiliza materiales ligeros o de menor durabilidad. En relación con los cerramientos verticales, aproximadamente el 50% de las viviendas emplea ventanas con vidrios simples, lo que reduce el aislamiento térmico y aumenta la demanda energética para la climatización interior (SENAMHI, 2024).

Por otro lado, los muros de ladrillo, que representan el 80% de las construcciones, muestran desgaste superficial por la exposición al sol y al viento, con un deterioro anual de 3% a 7%, afectando la estética y, potencialmente, la resistencia de los muros a largo plazo.

El clima soleado y seco de Chiclayo afecta notablemente los elementos arquitectónicos del sector 18. Los techos de losa de concreto (60% de las construcciones) presentan un desgaste anual estimado entre 5% y 10%, mientras que los muros de ladrillo (80% de las edificaciones) muestran un deterioro superficial del 3% al 7%. Estos porcentajes fueron determinados a partir de la observación directa de campo y del análisis comparativo del estado físico de los materiales, considerando su exposición a la radiación solar y viento predominante, según la metodología de evaluación visual propuesta por Alim et al. (2022) y adaptada a las condiciones locales mediante datos climáticos del SENAMHI. Además, el 50% de las ventanas con vidrios simples incrementa la demanda de climatización, evidenciando la necesidad de materiales y diseños más resistentes y eficientes frente a estas condiciones (Ver tabla 04).

Tabla 04

Correlación de tipología y estado de elementos verticales y horizontales.

Elemento Arquitectónico	Material Predominante	Porcentaje de Uso	Desgaste Anual (%)	Impacto del Clima
Techos (Horizontales)	Losa de concreto	60%	5-10%	Grietas y fisuras por expansión térmica
Ventanas (Verticales)	Vidrio simple	50%	-	Alta demanda de climatización por falta de aislamiento térmico
Muros (Verticales)	Ladrillo	80%	3-7%	Desgaste superficial por exposición al sol y viento

Nota. Fuente Propia, 2024.

Fase 2: Analizar las diferentes aplicaciones de las tecnologías sostenibles según las condiciones del lugar para conocer su valor y cualidades arquitectónicas.

En esta segunda etapa, orientada al estudio de la variable tecnologías sostenibles dentro de la dimensión de innovación sostenible, es necesario determinar las tecnologías a implementar según su fuente de energía. A partir del análisis previo de la zona de estudio, se identifican dos factores climáticos predominantes: la alta radiación solar y la presencia de vientos intensos. Ambos fenómenos, vinculados al incremento de las variaciones climáticas locales, representan fuentes de energía renovable de carácter constante. De esta manera, la radiación solar puede ser aprovechada para la generación de energía solar, mientras que los vientos intensos permiten el uso de la energía eólica, evidenciando que las tecnologías sostenibles a aplicar deberían basarse en el aprovechamiento de estas dos fuentes energéticas.

Al identificarse dos fuentes de energía renovable con presencia constante, la solar y la eólica, se desarrolló un análisis comparativo de diversos referentes aplicables a los elementos arquitectónicos de los espacios domésticos. El objetivo fue determinar soluciones que respondan a las condiciones climáticas del sector, particularmente al soleamiento y a la circulación del viento, con el propósito de optimizar el aprovechamiento energético.

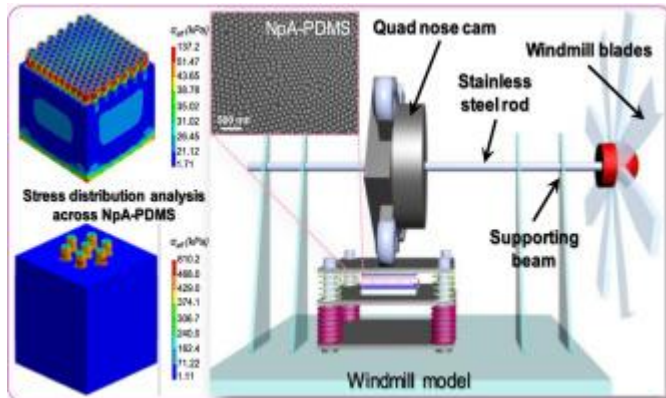
Es así, que se evaluaron aspectos como el tipo de elemento a incorporar, las condiciones ambientales del referente, los materiales empleados, su rendimiento energético y la cantidad de actividades domésticas que podrían abastecerse por metro cuadrado de captación. Este estudio permitió identificar los sistemas más viables y adecuados para su implementación en el sector 18 de Chiclayo, considerando las condiciones locales registradas por el Ministerio de Energía y Minas (MINEM, 2023), el cual destaca el potencial solar y eólico de la región Lambayeque como uno de los más altos del norte del país, con una irradiancia media anual superior a 5.5 kWh/m²/día y velocidades de viento promedio entre 4.5 y 6 m/s.

A partir de ello, se procede a analizar los referentes tecnológicos seleccionados según cada fuente de energía, iniciando con aquellos basados en el aprovechamiento eólico. El primer caso corresponde al referente de “Nanogenerador triboeléctrico basado en PDMS con arquitectura de nanopilares, integrado con un modelo de molino de viento para una recolección eficaz de energía eólica”, ubicado en Corea del Sur. Su modelo consiste en un molino de viento a menor escala (Ver figura 2). Este tipo de tecnología podría instalarse en elementos arquitectónicos verticales, considerando la dirección del viento y las zonas de vacíos y llenos. Se plantea su uso

en condiciones de fuertes vientos y climas fríos, considerando materiales aislantes, compuestos y metálicos. Su valor energético es alto, llegando a generar hasta 10 kW por muro, y puede cubrir actividades del hogar tanto primarias como secundarias (ver figura 2).

Figura 2

Forma del motor de aire para la energía eólica.



Nota. Dudem et al. (2017)

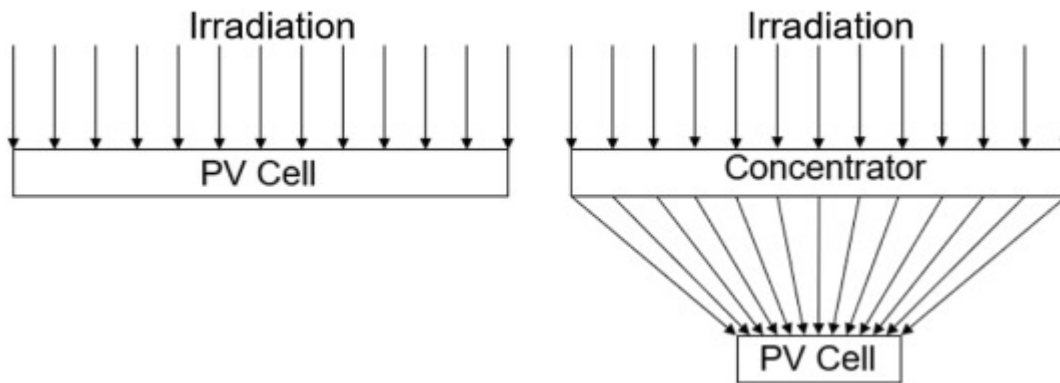
Por otro lado, el valor energético que pueden aportar estos sistemas alcanza entre 0.15 kW y 1 kW por m² al día, manteniendo coherencia con el desempeño observado en el referente descrito. Este rendimiento depende directamente de la velocidad del viento y de la configuración del sistema empleado. En ese sentido, la adaptación del modelo en muros, puede estimar resultados similares dentro de las condiciones locales, considerando velocidades promedio de viento registradas por el MINEM. Así, cada módulo de muro transformado en superficie captadora podría aportar una producción energética constante y autosostenible (Marco Casani, 2020).

Tomando en cuenta este referente, se evidencia la utilidad de esta tecnología para el aprovechamiento de la energía eólica. Estos elementos, para aprovecharse de mejor manera, deben ser ubicados en elementos arquitectónicos verticales, transformando muros. De esta manera, las superficies edificatorias dejan de ser componentes pasivos y pasan a cumplir una función más energética. Sus cualidades arquitectónicas, en teoría, aportarían con la entrada de luz, dividir el espacio, controlar la ventilación, entre otros aportes. Según Alim et al. (2022), la integración de tecnologías sostenibles en las envolventes arquitectónicas contribuye significativamente al rendimiento energético de las edificaciones y a la adaptación climática, sin afectar su valor estético o funcional, lo que refuerza su potencial como elemento arquitectónico dentro del espacio doméstico.

Se continúa con el referente basado en energía solar, considerando las condiciones del soleamiento. El referente se llama “Estudio experimental sobre el rendimiento integral del edificio de muro cortina compuesto integrado de energía fotovoltaica de concentración parabólica”, planteado para ubicarse en China o Reino Unido. Su modelo consiste en un muro cortina fotovoltaico, el cual podría instalarse en elementos arquitectónicos verticales, considerando la dirección del soleamiento y las zonas de vacíos y llenos. Se plantea su uso en condiciones de cielo despejado y alta temperatura, considerando materiales aislantes, adsorbentes, compuestos y metálicos. Su valor energético es medio, generando entre 0.05 y 0.12 kW por metro cuadrado, y puede cubrir actividades del hogar tanto primarias como secundarias (ver figura 3).

Figura 3

Condición de la irradiación solar en paneles celulares.



Nota. Jianhui Li (2021)

Del mismo modo, el valor energético que pueden aportar por módulo de célula fotovoltaico es limitado pero moldeable, con un aproximado por m^2 puede alcanzar entre 0.05 kWh y 0.12 kWh por día, dependiendo de la radiación solar promedio y la eficiencia del panel. Estos datos de producción son registrados por sistemas BIPV (Building Integrated Photovoltaics) en zonas de alta radiación como Chiclayo, según bases de datos del Global Solar Atlas y fichas técnicas de módulos solares monofaciales actuales (PVGIS, 2024).

Tomando en cuenta este referente, se evidencia la utilidad de esta tecnología para el aprovechamiento de la energía solar en elementos arquitectónicos horizontales y verticales, transformando muros y losas. Su aplicación arquitectónica permite controlar la iluminación natural, reducir la ganancia térmica y ofrecer protección solar, además de constituir un recurso estético que refuerza la imagen de una arquitectura sostenible e innovadora. La incorporación de tecnologías solares en la envolvente arquitectónica, como muros o cubiertas fotovoltaicas,

no solo mejora la eficiencia energética, sino que redefine la relación entre la forma arquitectónica y el entorno climático, promoviendo una integración armónica entre tecnología y diseño (Alim et al, 2022)

En resumen, según el análisis comparativo, se obtiene como resultado que las 2 tecnologías que reutilizan la energía solar y eólica, sus referentes cumplen con la viabilidad de ser implementados como una transformación en el elemento arquitectónico, tanto por su valor propio como valor arquitectónico.

Así mismo, el resultado de la comparación proporciona información sobre que, al haber una mayor frecuencia de vientos, el referente eólico tiene un mayor potencial, a diferencia de los solares que, aunque presentan un beneficio considerable por el alto índice lumínico, este disminuye gradualmente al anochecer. Este planteamiento se refuerza con lo señalado por Alim et al. (2022), quienes destacan la eficacia de los sistemas sostenibles, como techos y superficies energéticamente activas, para reducir el impacto ambiental y optimizar el consumo energético en entornos urbanos.

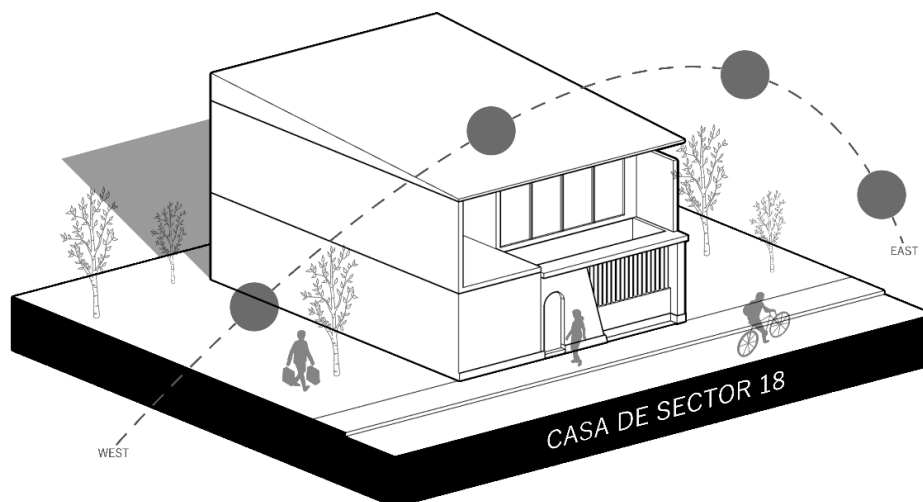
Fase 3: Evaluar las diferentes aplicaciones de tecnologías sostenibles en los espacios domésticos del sector 18 de Chiclayo para definir cuáles son las de mayor beneficio formal.

En esta tercera etapa, orientada a la variable de la tecnología sostenible y considerando la dimensión del elemento arquitectónico, se realizó una evaluación comparativa de las transformaciones exteriores arquitectónicas en los espacios domésticos del sector 18 de Chiclayo. Para empezar, se diagramo un modelo de vivienda general como base para la implementación de los elementos. A partir de ese modelo, se analizaron los efectos de la implementación sobre el sistema de unidad KW; asimismo, se incluyeron diagramas que ilustran la relación entre las condiciones climáticas del lugar y el rendimiento de las tecnologías aplicadas, así como su forma de implementarse o adaptarse al elemento. De esta manera, en este análisis se identificaron las tecnologías con mayores beneficios y cómo contribuyen a un mejor ahorro energético general en las viviendas.

Implementación de tecnología sostenible en viviendas.

Como primer punto de este apartado, se abordan las tecnologías adaptadas en cerramientos verticales y horizontales. Las Cubiertas y muros fueron transformados a partir de la base material para integrar tecnologías en base a células solares y sistemas de energía eólica, tal como se mencionó y analizó en la “fase 2”. De esta manera, mediante este proceso se necesitó una base de modelo de vivienda común del sector 18, urb. Ana de los ángeles, tanto sus niveles y cerramientos (ver figura 4). A partir de esto, se consideran las características del lugar, tal como se mencionó en la “fase 1”, donde las viviendas presentan en un 85% un segundo piso o más, lo que permite la interacción directa con las energías renovables.

Para sustentar el diseño y la orientación de estos elementos, se recurrió al uso de herramientas como MINEM, Global wind y Global Solar Atlas, las cuales proporcionaron datos de radiación solar promedio anual (5.5 kWh/m²/día) y velocidad del viento promedio (3.5–4.2 m/s) en la zona de Chiclayo. Estos datos sirvieron como base empírica para justificar la factibilidad de incorporar dichas tecnologías en los cerramientos arquitectónicos.

Figura 4*Vivienda tipo 1 escogida.**Nota. Fuente propia (2024)*

Por otro lado, se observó mediante las plataformas “Nasa power” y “Senamhi” las cuales registran temperaturas medias mensuales y niveles de radiación solar para Chiclayo, validando las condiciones que justifican el deterioro material en la zona. La alta exposición solar y a las temperaturas promedio entre 25°C y 29°C, los materiales originales sufrieron un desgaste acelerado en aproximadamente el 30% del lugar.

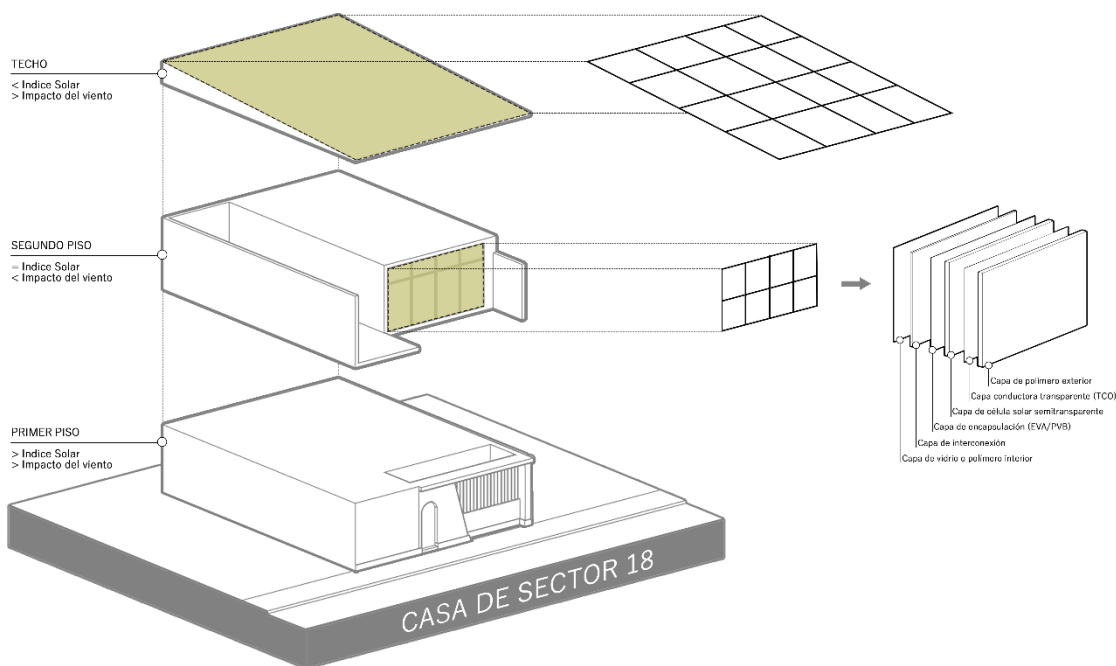
Los muros de ladrillo, que representan el 80% de las construcciones, muestran un desgaste superficial anual del 3-7%. Por ello, se busca reemplazar las zonas más afectadas y, en caso de un desgaste mínimo, adaptarlas para que no impacten negativamente en la vivienda. Estos valores se estimaron a partir de la observación directa de campo y del contraste con estudios previos sobre degradación de materiales cerámicos expuestos a radiación solar y humedad ambiental en climas áridos (Pérez-Bella et al., 2022)

Por ejemplo, los techos de losa de concreto, que constituyen el 60% de las construcciones en el sector, requirieron refuerzos adicionales para soportar el peso de los paneles solares, optimizando así la captación solar durante los días soleados, que representan el 85% del año. Esto responde a la necesidad de garantizar la estabilidad estructural frente a cargas muertas adicionales, siguiendo criterios de diseño establecidos por el Reglamento Nacional de Edificaciones, en los apartados E.020 Cargas y E.060 Concreto Armado.

En cuanto a los muros externos, es decir, la parte de la fachada que incluye zonas con vidrios simples, según la necesidad se pueden reemplazar o adaptar a cerramientos sólidos con paneles, o bien a ventanas con la misma función translúcida (ver figura 5). Esta transformación busca mejorar el comportamiento térmico del cerramiento, reduciendo la ganancia calórica directa y favoreciendo la eficiencia energética, tal como señala Alim et al. (2022) en sus estudios sobre adaptación pasiva mediante cerramientos solares.

Figura 5

Aplicación de elementos en fachada y cubierta.



Nota. Fuente propia (2024)

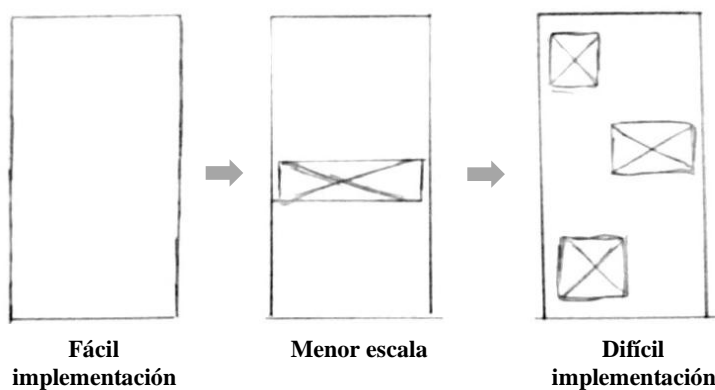
Como resultado, también es rentable el cambio o la adaptabilidad; se pueden modificar elementos como celosías, tanto de forma horizontal como vertical, al ser turbinas que permiten el paso del aire, como se observa en la fase 2. Asimismo, Alim et al. (2022) señalan que la integración de sistemas energéticos sostenibles en la envolvente arquitectónica contribuye directamente a la eficiencia energética del edificio, ya que estos elementos pueden funcionar simultáneamente como protectores climáticos y generadores de energía.

Como punto adicional, se debe tener en cuenta para la parte de cubierta la presencia de llenos y vacíos. Una mayor presencia de perforaciones en un techo definirá la dificultad de implementación del material. En primera, una losa sin perforaciones tiene mayor presencia para colocar estos elementos o tener más libertad en el diseño de los mismos. Por otro lado, si hay pocas fisuras, su dificultad no aumenta, solo se colocaría en menor escala, no obstante, si hay

una gran presencia de huecos, se podría dificultar tanto en su colocación, como estética y producción (ver figura 6).

Figura 6

Preferencia de implementación en losa.



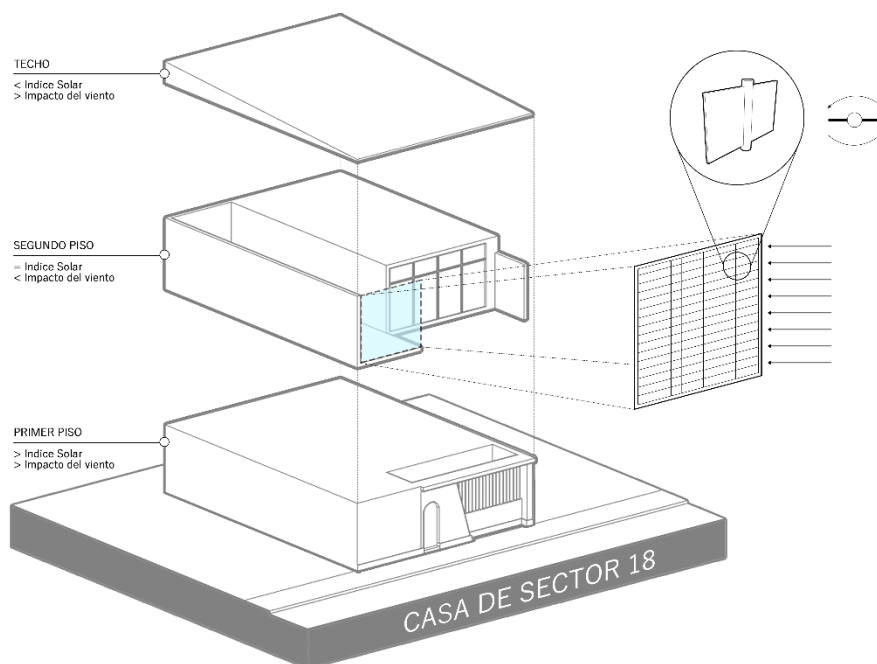
Nota. Fuente propia (2024)

Del mismo modo, para la parte eólica se captan intensidades importantes del aire en diferentes horarios del día desde zonas elevadas del lugar. Esto se debe a que, según los estudios de ventilación urbana (Santamouris, 2006), las corrientes de aire son más constantes y aprovechables en cotas superiores, especialmente en zonas abiertas o con baja densidad edificatoria como el sector analizado.

Estos cambios en los elementos arquitectónicos de fachadas y cubiertas permiten una mejor relación con el entorno, ya que aprovechan las condiciones externas para mejorar ciertos aspectos de la vivienda, de exterior a interior (ver figura 7). Por tanto, la transformación arquitectónica derivada de estas adaptaciones se alinea con la visión de sostenibilidad urbana que plantearon los autores, en la cual el edificio actúa como un sistema dinámico que responde al clima y reduce su impacto energético (Alim et al., 2022; Tereci & Becerik-Gerber, 2021).

Figura 7

Aplicación de elementos en fachada y cubierta.



Nota. Fuente propia (2024)

Cabe mencionar que la ubicación de estos aparatos adaptados en el segundo piso hacia los niveles superiores se debe a dos motivos principales: primero, la seguridad, ya que se trata de aparatos que podrían ser dañados por terceros u ocupar espacios donde no deberían estar; segundo, la eficiencia, considerando la potencia del viento y la irradiación solar. En cuanto al viento, mientras mayor sea la altura, menor será la fricción con el terreno, lo que puede aumentar la velocidad del viento en torno a un 10-20%, dependiendo también de la hora del día. Del mismo modo, la exposición al sol dependerá de la altura del edificio, ya que las calles y otros elementos circundantes pueden bloquear parte de la luz que se irradia.

Evaluación sobre la viabilidad de los elementos adaptados.

Desde este punto, tenemos en cuenta que la transformación de los elementos arquitectónicos mostrados es de forma exterior, es decir, en la fachada. No obstante, los beneficios que estos elementos adaptados traen consigo afectan tanto al exterior como al interior de la vivienda. También se consideraron los beneficios observados en la “fase 2” a partir de las tecnologías sostenibles en diferentes contextos de lugar, los cuales también se cumplen en el sector.

Para empezar, se evalúa la viabilidad de los elementos adaptados según su ahorro de energía, con respecto al modelo de vivienda del sector 18. Se considera un consumo promedio de 2520

kWh/año, estimado según los rangos de demanda residencial. Respecto a la energía solar, considerando una superficie útil de 10 m² en cubierta y un rendimiento mínimo de 0.05 kWh/m²/día, se estima una generación aproximada de 93.75 kWh al año, tomando como referencia un total de 4,500 horas de sol anuales registradas por el Global Solar Atlas (2023) y el Ministerio de Energía y Minas del Perú (MINEM, 2023). Esta producción representa entre un 2.5% y 3.7% del consumo eléctrico anual promedio de una vivienda familiar en Chiclayo, calculado en un rango de 2520 a 3480 kWh/año. En consecuencia, la integración de esta tecnología en cubiertas o fachadas permite reducir la dependencia de la red eléctrica convencional, optimizando el desempeño energético de la vivienda bajo condiciones climáticas locales.

Así mismo, para una superficie útil en losa de 28 m² que permite estimar una generación energética aproximada de 262.5 kWh al año. Esta producción equivale a cerca de un 7.5% a 10% del consumo eléctrico anual promedio de una vivienda familiar en Chiclayo, que se sitúa entre 2520 y 3480 kWh/año. Por tanto, la incorporación de estas células solares en losas accesibles contribuye a una mejora sustancial en la eficiencia energética del espacio doméstico, aprovechando las condiciones favorables de radiación solar de la región.

Por otro lado, con respecto a la fuente de energía eólica, que solo se plantea aplicar en cerramientos verticales (ver figura 6). Se estima que un muro eólico de 5 m², podría generar en promedio 273 kWh/año, equivalente al 8 %-11 % del consumo energético anual de una vivienda tipo del sector 18. Este rendimiento corresponde a velocidades de viento promedio de 4.5 – 6 m/s, registradas en la región Lambayeque (MINEM, 2023; Global Wind Atlas, 2023). Su integración en cerramientos verticales permite un aprovechamiento arquitectónico del flujo de aire dominante, favoreciendo tanto la ventilación natural como la generación eléctrica distribuida.

Este proceso posibilitó analizar la orientación de los cerramientos y la inclinación de las cubiertas según la trayectoria solar y la dirección predominante del viento, tomando como referencia los datos climáticos locales. De esta manera, se verificó la factibilidad espacial y formal de incorporar dichas tecnologías sin alterar de manera negativa la estructura general de la vivienda. El análisis se complementó con información obtenida de las fichas técnicas de los sistemas fotovoltaicos y eólicos referidos en la fase 2, siguiendo criterios de rendimiento y compatibilidad arquitectónica (Alim et al., 2022).

Siguiendo con otros beneficios que aporta su implementación como material. La energía eólica, se puede presentar una integración estética adecuada con respecto a sus tecnologías sostenibles adaptadas a las edificaciones de niveles del 2.º hacia arriba, lo que permite su incorporación sin afectar la estructura, la seguridad o la vista. Sin embargo, la eficiencia del sistema se ve limitada por la orientación de las construcciones y la velocidad moderada del viento, que promedia entre 10-15 km/h, afectando en un 25% la generación de energía. Aunque estos muros pueden reducir la huella de carbono y proveer ventilación natural, mejorando el confort térmico en un 10-20% durante los meses más cálidos, la intermitencia del viento limita su capacidad para cubrir más del 30-40% de las necesidades energéticas de una vivienda, con un ahorro en facturas de electricidad entre el 10-30% en días ventosos.

Estos valores fueron estimados a partir de simulaciones realizadas en SketchUp con base en los promedios de viento registrados por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI, 2024), complementados con los parámetros de eficiencia descritos por Alim et al. (2022) en su estudio sobre gestión energética y desarrollo urbano sostenible. Por lo tanto, los muros eólicos generan energía limpia localmente, pero la dependencia de la red eléctrica se reduce solo en un 20-30% debido a la variabilidad en la intensidad del viento.

De mismo modo, por parte de la energía solar, sus elementos se integran de manera eficiente en las fachadas y techos de las viviendas, con un 85% de las construcciones capaces de incorporarlos sin comprometer su diseño arquitectónico. Aprovechan el espacio de los techos para generar entre 0.05 y 0.12 kWh/día, cubriendo hasta el 20% de las necesidades energéticas diarias de una vivienda. Esta tecnología reduce significativamente la huella de carbono, disminuyendo hasta 2 toneladas de CO₂ por hogar al año, gracias a las 6-7 horas de sol diarias. Además, al actuar como cubiertas, los paneles solares reducen la radiación solar directa, mejorando el confort térmico en un 10-15%, lo que disminuye el uso de sistemas de climatización.

En síntesis, esta parte de los resultados obtenidos del análisis de orientación, rendimiento y compatibilidad arquitectónica permitieron identificar una serie de beneficios derivados de la aplicación de tecnologías sostenibles en el sector 18 de Chiclayo. Estos beneficios no solo se reflejan en la eficiencia energética y la reducción de emisiones de CO₂, sino también en la mejora del confort térmico, la integración estética y la optimización del espacio arquitectónico (Ver tabla 05).

Beneficios encontrados en el sector.

Aspecto	TIPO EOLICO	TIPO SOLAR	SECTOR 18
B1 Integración estética con el diseño	✓	✓	✓
B2 Optimiza el uso de espacio en fachadas	✓	✓	✓
B3 Mejora la ventilación natural	✓	X	✓
B4 Reducción de la huella de carbono	✓	✓	✓
B5 Versatilidad de instalación	X	✓	✓
B6 Mejora de la calidad del aire interior	✓	X	✓
B7 Aumento del confort térmico	✓	✓	✓
B8 Reducción del ruido ambiental	✓	X	X
B9 Mayor conexión con la naturaleza	✓	✓	✓
B10 Provisión de energía limpia	✓	✓	✓
B11 Reducción de dependencia de energía externa	✓	✓	✓
B12 Reducción de uso de sistemas de climatización	✓	✓	✓
B13 Ahorro en facturas de electricidad	✓	✓	✓
B14 Generación de energía local	✓	✓	✓
B15 Incentivos y subsidios para instalación	X	✓	✓

Nota. Fuente Propia, 2024.

Por otro lado, con respecto a la comparación entre estas dos energías cinéticas, se tienen dos puntos de vista, como se aprecia en la tabla 06. El aspecto solar sobresale por poco en algunos factores, pero al no ser constante a lo largo del día, pierde en ciertos conceptos frente a la energía eólica, que, a diferencia de la solar, solo disminuye su frecuencia, mas no desaparece totalmente.

Por ello, se observa una diferencia entre ambos que varía del 30% al 5% en aspectos como la reducción del confort, la dependencia externa o la climatización. También se consideran elementos estéticos, como el diseño exterior, el aprovechamiento del espacio interior y la mejora del confort. Estas comparaciones se sustentan a partir de los resultados obtenidos en las simulaciones realizadas en SketchUP empleando complementos como Heliodon para el análisis solar y OpenStudio para la evaluación energética, lo que permitió visualizar la incidencia del sol y el comportamiento del viento en las fachadas modeladas.

Además, es importante tener en cuenta otros factores, como el mantenimiento, para comparar la generación de energía entre ambos sistemas (ver tabla 06). De acuerdo con Alim et al. (2022), la integración de tecnologías solares y eólicas en la arquitectura urbana permite contrastar su rendimiento según el contexto climático, destacando la necesidad de evaluar su aplicación bajo condiciones locales específicas.

Tabla 06

Correlación de comparación.

	Beneficio	TIPO EOLICO	TIPO SOLAR
B1	Integración estética con el diseño	80%	85%
B2	Optimización del uso de espacio	75%	90%
B4	Reducción de la huella de carbono	70%	95%
B7	Aumento del confort térmico	85%	80%
B8	Provisión de energía limpia	70%	90%
B11	Reducción de la dependencia de energía externa	75%	90%
B12	Reducción del uso de sistemas de climatización	80%	85%
B13	Ahorro en facturas de electricidad	65%	90%
B14	Generación de energía local	60%	95%
B16	Menor mantenimiento	85%	80%

Nota. Fuente Propia, 2024.

Por otro lado, se aborda la comparación de otros beneficios centrados en la situación del lugar, en conjunto con la vivienda. Por ejemplo, se consideran los espacios donde se colocan las tecnologías, como los techos, donde se aprovechan áreas vacías o se refuerzan para la instalación de estos elementos. De esta forma, se soportan mejor las temperaturas y los intensos vientos nocturnos, que alcanzan hasta 20 km/h en un 30% de los días del año (ver tabla 7). Estos valores fueron obtenidos mediante observaciones locales y verificados con registros de velocidad del viento del portal NASA POWER, lo que permitió estimar el comportamiento promedio en el sector.

Así, a través de este apartado, se evidencia la correlación entre los elementos existentes, sus deficiencias y cómo se verán mejoradas con la implementación de tecnologías sostenibles. En este sentido, además del análisis técnico, se incorpora una valoración estética que explica por qué la inyección del excedente energético a la red se considera una mejora dentro del diseño arquitectónico. Esta acción no solo optimiza el funcionamiento energético del edificio, sino que también comunica visualmente su capacidad de autosuficiencia, integrando la sostenibilidad como un valor perceptible en la composición arquitectónica. Según Zhou et al. (2021), la

integración estética de tecnologías fotovoltaicas en la envolvente edilicia contribuye a reforzar la identidad visual de una arquitectura sostenible, al convertir los sistemas energéticos en parte del lenguaje formal del edificio (ver tabla 8).

Tabla 07*Correlación de comparación solar.*

Aspecto	Situación Actual del lugar	Mejora Proyectada con Paneles Solares
Tipo de Techo	Losa de concreto (60% de las construcciones)	Losa de concreto reforzada con estructura para paneles solares.
Capacidad de Captación Solar	Ninguna	Captación óptima en un 85% del año, debido a los días soleados.
Resistencia a Peso Adicional	Requiere refuerzos para soportar peso adicional	Refuerzos estructurales permiten soportar hasta 30 kg/m ² más.
Reducción de Costos Energéticos	No se utiliza energía solar	Reducción del 30-50% en costos energéticos domésticos.
Contribución Energética	0%	Generación del 20-30% de la energía necesaria para una vivienda.
Mantenimiento Anual	Desgaste superficial del 5-10%	Desgaste reducido al 2-4% debido a la protección adicional.
Estética	No incluye tecnología solar	Integración visual con rediseño de fachadas para armonía urbana.

*Nota. Fuente Propia, 2024.***Tabla 08***Correlación de comparación eólica.*

Aspecto	Situación Actual del lugar	Mejora Proyectada con Paneles Solares
Tipo de Techo	Vientos nocturnos de hasta 20 km/h en 30% de los días.	Aprovechamiento de vientos para generar energía eléctrica.
Capacidad de Captación Solar	No existen turbinas eólicas.	Instalación estratégica en zonas de mayor exposición al viento.
Resistencia a Peso Adicional	0%	Generación del 10-15% de la energía necesaria para una vivienda.
Reducción de Costos Energéticos	No incluye tecnología eólica	Turbinas eólicas rediseñadas para integrarse con el entorno.
Contribución Energética	Alta exposición al viento que causa desgaste	Mejora en la resistencia de techos y estructuras, reduciendo el desgaste anual al 3-5%.
Mantenimiento Anual	No existe costo	Costo inicial alto, con retorno de inversión a 5-7 años.
Estética	No contribuye	Posible inyección del excedente energético a la red local.

Nota. Fuente Propia, 2024.

En el aspecto estético, la mejora asociada a la inyección del excedente energético a la red se fundamenta en que la integración de tecnologías sostenibles no solo cumple una función técnica, sino que también redefine la expresión arquitectónica del edificio. La visibilidad de los sistemas fotovoltaicos y eólicos integrados, como parte de la fachada o cubierta, se convierte en un símbolo de eficiencia y modernidad, expresando visualmente el compromiso con la sostenibilidad.

Este aporte estético se refuerza cuando la vivienda no solo consume, sino que también “produce” energía y la devuelve a la red, consolidando una imagen de autosuficiencia y responsabilidad ambiental. Según Rafael et al. (2021), los sistemas energéticos visibles pueden ser entendidos como una extensión del lenguaje arquitectónico, donde la tecnología y la forma generan una estética vinculada al desempeño ambiental del edificio

Discusiones

Primero, se analiza el objetivo general y se confirma que es posible evaluar ciertos cambios en las fachadas mediante el uso de tecnologías sostenibles. Gracias a la investigación, se constata teóricamente la transformación exterior de las viviendas, logrando así la convergencia entre sostenibilidad y diseño arquitectónico. Al adaptarse a través de la tecnología, se aprovechan los recursos naturales hasta en un 85% del año, en función del índice solar y del impacto del viento.

Este aprovechamiento evidencia la transformación más tangible de la arquitectura: al convertir un cerramiento inmóvil en un sistema móvil y funcional, se alcanza un equilibrio entre forma y desempeño, lo que demuestra la evolución de la arquitectura sostenible hacia un modelo dinámico e interactivo con su entorno. Según Kibert, Fard y Lu (2021), esta nueva generación de edificaciones se caracteriza por integrar sistemas activos y pasivos que permiten la adaptación continua al medio ambiente, superando la noción tradicional de eficiencia para consolidar una relación recíproca entre tecnología, espacio y sostenibilidad.

En este sentido, retomando los planteamientos de Burga Batra, los resultados confirman que la transformación arquitectónica no solo responde a factores formales o constructivos, sino a un proceso evolutivo donde el espacio doméstico asimila los cambios tecnológicos como parte de su desarrollo natural, consolidando una arquitectura que progresa junto con las condiciones de su tiempo.

A partir de aquí, se mencionan los objetivos específicos y su interrelación. Los resultados del primer objetivo permiten responder por qué es necesario implementar tecnologías sostenibles incluso en un sector que actualmente funciona, ya que el funcionamiento no garantiza permanencia frente a los cambios ambientales y urbanos. Un ejemplo claro es la tendencia al crecimiento vertical del sector 18, donde la mayoría de viviendas superan el segundo nivel, lo que refleja una adaptación progresiva del espacio doméstico a las nuevas condiciones urbanas y climáticas.

Este proceso se vincula con el incremento sostenido de la radiación solar y la velocidad del viento en la región, factores que influyen directamente en el confort térmico y el desgaste de materiales. En este sentido, Vallejo Díaz et al. (2023) señalan que el análisis climático resulta esencial para orientar el diseño arquitectónico hacia estrategias sostenibles, ya que permite adaptar los sistemas constructivos a las condiciones ambientales específicas y mejorar la eficiencia energética del conjunto. Por ello, la aplicación de tecnologías solares y eólicas se

justifica como una respuesta evolutiva del diseño arquitectónico, que busca aprovechar las condiciones ambientales en lugar de resistirlas, consolidando una vivienda que se transforma junto con su entorno.

Del mismo modo, Vallejo Díaz et al. (2023), menciona que el aprovechamiento de las energías renovables, especialmente la eólica urbana, demuestra un alto potencial de generación sostenible y una notable adaptabilidad en contextos urbanos con condiciones favorables de viento. A partir de ello, en el segundo objetivo, los modelos de tecnologías se centran en distribuir información general sobre los resultados que deben obtener al ser implementados. No obstante, esta información solo se desarrolla en su lugar de origen y no suele llegar a zonas más alejadas. Como ejemplo, tenemos el sector 18, donde no se implementa de forma sostenible al menos con el tipo de tecnología disponible. Es así que, a partir de un estudio de casos, se determinaron dos tipos de captación de energía cinética basados en los hallazgos del primer objetivo. Se identificaron tres fuentes de energía cinética: solar, por viento y por lluvia, de las cuales solo se consideran la solar y la eólica, ya que de ellas se puede aprovechar hasta un 85% del uso anual con una correcta implementación, al ser más constantes.

De esta manera, se implementan en la teoría las tecnologías analizadas en el segundo objetivo, tomando sus fuentes como base para justificar su desarrollo en el sector. Estas no buscan solo resolver una problemática existente, sino también prevenirla y renovar el elemento arquitectónico. En coherencia con el primer objetivo, su ubicación debe darse en zonas altas, donde la interacción entre interior y exterior permita un mejor aprovechamiento ambiental, manteniendo al mismo tiempo las condiciones de seguridad. En consecuencia, se evidencia cómo cada adaptación tecnológica genera transformaciones tanto arquitectónicas como sociales, consolidando la idea de que construir implica transformarse, y que las tecnologías sostenibles actúan como el vínculo entre lo natural, lo material y lo humano.

Por otro lado, Alim et al. (2022), habla sobre la aplicación de estrategias sostenibles como cubiertas verdes o sistemas de captación demuestra una mejora significativa en la eficiencia térmica y energética de las edificaciones, siempre que se consideren condiciones de mantenimiento adecuadas. Los resultados obtenidos en dicho estudio evidencian reducciones del consumo energético entre un 7.5 % a 25 %, además de una mejora del confort térmico interior de hasta 3 °C en comparación con estructuras convencionales, gracias a la regulación pasiva de temperatura y la disminución de la carga térmica solar. En ese sentido, los resultados obtenidos en el presente estudio confirman que las tecnologías evaluadas, particularmente las de captación solar y eólica, demuestran un valor como elemento arquitectónico y energético,

pues su incorporación en los cerramientos del sector 18 permitiría reducir la dependencia eléctrica y optimizar el uso de recursos naturales, cumpliendo el rendimiento formal y funcional en los espacios domésticos.

Para finalizar, como punto general, se determina la viabilidad exterior, es decir, la capacidad de aplicar este análisis teórico en otros sectores o ciudades, dado que el desarrollo y el cambio climático analizado se generan a nivel mundial. Además, siempre que se cumplan los requerimientos mínimos para la implementación de estas tecnologías, se puede llevar a cabo a menor o mayor escala. No obstante, siempre habrá una ganancia en ahorro o confort al implementarse.

Conclusiones

En la presente investigación se analizó la transformación del espacio doméstico en la zona exterior a través de la aplicación de tecnologías sostenibles en el diseño arquitectónico. Como conclusión al objetivo general, se determina que la integración entre sostenibilidad y diseño arquitectónico permite crear espacios más confortables, eficientes y adaptados al entorno, marcando un cambio claro hacia una arquitectura más consciente y responsable con el medio ambiente.

En relación con el primer objetivo específico, el análisis del entorno urbano-arquitectónico permitió identificar las fuentes climáticas predominantes del sector 18 de Chiclayo. Se evidenció un incremento progresivo de la radiación solar y de la velocidad del viento en los últimos años, lo que refuerza la necesidad de diseñar espacios que respondan a estas variaciones ambientales, incorporando soluciones sostenibles como parte de la adaptación al cambio climático.

Respecto al segundo objetivo, se identificaron tecnologías sostenibles viables para el contexto local, tales como turbinas eólicas de baja potencia y paneles fotovoltaicos modulares. Estas tecnologías permiten aprovechar de manera eficiente los recursos naturales analizados, alcanzando potenciales de ahorro energético de entre un 2.5 % y un 11 % en el consumo doméstico anual, además de contribuir a la autosuficiencia parcial de las viviendas. Su implementación no solo mejora el rendimiento ambiental, sino también el valor arquitectónico de las edificaciones, al integrarse como elementos formales y funcionales del diseño.

Finalmente, en cuanto al tercer objetivo, la evaluación comparativa demostró la viabilidad y el impacto positivo de los elementos sostenibles aplicados a la arquitectura doméstica. Los resultados indican una reducción en la demanda de energía convencional y un aumento en el confort térmico interior de hasta 3 °C, evidenciando una transformación formal y funcional significativa. En conjunto, estas soluciones no solo reducen el consumo energético, sino que también consolidan un modelo de vivienda moderna, adaptable y sostenible, alineado con las necesidades ambientales y urbanísticas del sector.

Por último, se concluye que la presente investigación, tanto como modelo de aplicación a corto plazo como de desarrollo proyectual a largo plazo, plantea un nuevo enfoque arquitectónico frente al cambio constante del entorno climático. Este enfoque integra lo natural, lo material y lo social, reafirmando que la arquitectura sostenible es un puente hacia un hábitat urbano más resiliente, consciente y transformador.

Recomendaciones

Recolectar información a través de un plan piloto a menor escala, obteniendo como resultados de la captación datos más precisos sobre el ahorro por maquinaria secundaria en los hogares.

Diseñar un manual para la implementación de estas tecnologías sostenibles en la zona exterior de las fachadas, con pautas claras de instalación y mantenimiento.

Proponer una normativa que exija el correcto uso y colocación de estas tecnologías según porcentaje de vacíos en la fachada, ya sea por cerramiento vertical u horizontal para las viviendas preexistentes y un adicional de seguridad para las nuevas. Aparte, dicha normativa debe mencionar los requerimientos de implementación según distancia y altura entre edificios para evitar conflictos, además de tener en cuenta la orientación con respecto al factor eólico.

Desarrollar una guía para el mantenimiento de tecnologías sostenibles, su viabilidad al momento de ser implementadas y la ganancia que se obtiene al lograrse un buen mantenimiento a la larga.

Referencias

- Alim, M. A., Rahman, A., Tao, Z., Garner, B., Griffith, R., & Liebman, M. (2022). GREEN ROOF AS AN EFFECTIVE TOOL FOR SUSTAINABLE URBAN DEVELOPMENT: AN AUSTRALIAN PERSPECTIVE IN RELATION TO STORMWATER AND BUILDING ENERGY MANAGEMENT. *Journal of Cleaner Production*, 362, 132561. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.132561>
- Blavier, C. L. S., Huerto-Cardenas, H. E., Aste, N., Del Pero, C., Leonforte, F., & Della Torre, S. (2023). ADAPTIVE MEASURES FOR PRESERVING HERITAGE BUILDINGS IN THE FACE OF CLIMATE CHANGE: A REVIEW. *Building and Environment*, 245, 110832. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2023.110832>
- Burga Bartra. (1989). DEL ESPACIO A LA FORMA POR JORGE BURGA BARTRA (CONYTEC). Fuaa-Uni.
- Cascone, S. (2022). THE ENERGY-EFFICIENT DESIGN OF SUSTAINABLE GREEN ROOFS IN MEDITERRANEAN CLIMATE: AN EXPERIMENTAL STUDY. *Energy and Buildings*, 273, 112427. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2022.112427>
- Changmei Wu. (2024). CONVERSIÓN SOLAR-TÉRMICA-ELÉCTRICA DE ALTA EFICIENCIA BASADA EN UN DISEÑO DE ARQUITECTURA BINARIA ASIMÉTRICA EN MATERIALES COMPUESTOS DE CAMBIO DE FASE SÓLIDO-SÓLIDO—*ScienceDirect*. <https://www.sciencedirect-com.usat.lookproxy.com/science/article/pii/S1359835X24001672>
- Cristiano, E., Deidda, R., & Viola, F. (2021). THE ROLE OF GREEN ROOFS IN URBAN WATER-ENERGY-FOOD-ECOSYSTEM NEXUS: A REVIEW. *Science of The Total Environment*, 756, 143876. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143876>
- Dardir, M., & Berardi, U. (2021). DEVELOPMENT OF MICROCLIMATE MODELING FOR ENHANCING NEIGHBORHOOD THERMAL PERFORMANCE THROUGH URBAN GREENERY COVER. *Energy and Buildings*, 252, 111428. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2021.111428>
- Dudem, B., Huynh, N. D., Kim, W., Kim, D. H., Hwang, H. J., Choi, D., & Yu, J. S. (2017). NANOPILLAR-ARRAY ARCHITECTURED PDMS-BASED TRIBOELECTRIC NANOGENERATOR INTEGRATED WITH A WINDMILL MODEL FOR EFFECTIVE WIND ENERGY HARVESTING. *Nano Energy*, 42, 269-281. <https://doi.org/10.1016/j.nanoen.2017.10.040>

- Ebissa, G., & Desta, H. (2022). REVIEW OF URBAN AGRICULTURE AS A STRATEGY FOR BUILDING A WATER RESILIENT CITY. *City and Environment Interactions*, 14, 100081. <https://doi.org/10.1016/j.cacint.2022.100081>
- Elaouzy, Y., & El Fadar, A. (2023). INVESTIGATION OF BUILDING-INTEGRATED PHOTOVOLTAIC, PHOTOVOLTAIC THERMAL, GROUND SOURCE HEAT PUMP AND GREEN ROOF SYSTEMS. *Energy Conversion and Management*, 283, 116926. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2023.116926>
- Gherri, B. (2023). The Role of Urban VEGETATION IN COUNTERACTING OVERHEATING IN DIFFERENT URBAN TEXTURES. *Land*, 12(12), 2100. <https://doi.org/10.3390/land12122100>
- Jianhui Li. (2021). EXPERIMENTAL STUDY ON THE COMPREHENSIVE PERFORMANCE OF BUILDING CURTAIN WALL INTEGRATED COMPOUND PARABOLIC CONCENTRATING PHOTOVOLTAIC. *Energy*, 227, 120507. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.120507>
- Kazemi, M., Courard, L., & Attia, S. (2023). WATER PERMEABILITY, WATER RETENTION CAPACITY, AND THERMAL RESISTANCE OF GREEN ROOF LAYERS MADE WITH RECYCLED AND ARTIFICIAL AGGREGATES. *Building and Environment*, 227, 109776. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2022.109776>
- Košir, M. (2018). *INFLUENCIA DE LAS CARACTERÍSTICAS ARQUITECTÓNICAS DE LA ENVOLVENTE DE LOS EDIFICIOS EN EL RENDIMIENTO ENERGÉTICO EN LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS DE EUROPA CENTRAL—ScienceDirect*. <https://www-sciencedirect-com.usat.lookproxy.com/science/article/pii/S2352710217304941>
- Kibert, C. J., Fard, M. M., & Lu, X. (2021). THE NEXT GENERATION OF SUSTAINABLE CONSTRUCTION. *Building and Environment*, 200, 107978. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.107978>
- La Roche, P., Yeom, D. J., & Ponce, A. (2020). PASSIVE COOLING WITH A HYBRID GREEN ROOF FOR EXTREME CLIMATES. *Energy and Buildings*, 224, 110243. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2020.110243>
- Leta, B. M., & Adugna, D. (2023). CHARACTERIZING THE LEVEL OF URBAN FLOOD VULNERABILITY USING THE SOCIAL-ECOLOGICAL-TECHNOLOGICAL SYSTEMS FRAMEWORK, THE CASE OF ADAMA CITY, ETHIOPIA. *Heliyon*, 9(10), e20723. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e20723>
- Liu, Y., Gao, Y., Zhuang, C., Shi, D., Xu, Y., Guan, J., & Di, Y. (2023). OPTIMIZATION OF TOP-FLOOR ROOMS COUPLING COOL ROOFS, NATURAL VENTILATION

- AND SOLAR SHADING FOR RESIDENTIAL BUILDINGS IN HOT-SUMMER AND WARM-WINTER ZONES. *Journal of Building Engineering*, 66, 105933. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2023.105933>
- Mahdavinejad, M., Bazazzadeh, H., Mehrvarz, F., Berardi, U., Nasr, T., Pourbagher, S., & Hoseinzadeh, S. (2024). THE IMPACT OF FACADE GEOMETRY ON VISUAL COMFORT AND ENERGY CONSUMPTION IN AN OFFICE BUILDING IN DIFFERENT CLIMATES. *Energy Reports*, 11, 1-17. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2023.11.021>
- Montealegre, A. L., García-Pérez, S., Guillén-Lambea, S., Monzón-Chavarrías, M., & Sierra-Pérez, J. (2022). GIS-BASED ASSESSMENT FOR THE POTENTIAL OF IMPLEMENTATION OF FOOD-ENERGY-WATER SYSTEMS ON BUILDING ROOFTOPS AT THE URBAN LEVEL. *Science of The Total Environment*, 803, 149963. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.149963>
- Pérez-Bella, J. M., Domínguez-Hernández, J., Del Coz-Díaz, J. J., & Martínez-Martínez, J. E. (2022). DIRECTIONAL CHARACTERISATION OF ANNUAL AND TEMPORARY EXPOSURE TO RAINWATER PENETRATION ON BUILDING FAÇADES THROUGHOUT MEXICO. *Building and Environment*, 212, 108837. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2022.108837>
- Rafael, S., Correia, L. P., Ascenso, A., Augusto, B., Lopes, D., & Miranda, A. I. (2021). ARE GREEN ROOFS THE PATH TO CLEAN AIR AND LOW CARBON CITIES? *Science of The Total Environment*, 798, 149313. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.149313>
- Sakthi, U., Anil Kumar, T., Vimala Kumar, K., Qamar, S., Kumar Sharma, G., & Azeem, A. (2023). POWER GRID BASED RENEWABLE ENERGY ANALYSIS BY PHOTOVOLTAIC CELL MACHINE LEARNING ARCHITECTURE IN WIND ENERGY HYBRIDIZATION. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 57, 103243. <https://doi.org/10.1016/j.seta.2023.103243>
- Salvati, P., Ardizzone, F., Cardinali, M., Fiorucci, F., Fugnoli, F., Guzzetti, F., Marchesini, I., Rinaldi, G., Rossi, M., Santangelo, M., & Vujica, I. (2021). ACQUIRING VULNERABILITY INDICATORS TO GEO-HYDROLOGICAL HAZARDS: AN EXAMPLE OF MOBILE PHONE-BASED DATA COLLECTION. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 55, 102087. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2021.102087>

- Shashwat, S., Zingre, K. T., Thurairajah, N., Kumar, D. K., Panicker, K., Anand, P., & Wan, M. P. (2023). A REVIEW ON BIOINSPIRED STRATEGIES FOR AN ENERGY-EFFICIENT BUILT ENVIRONMENT. *Energy and Buildings*, 296, 113382. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2023.113382>
- Simon, F., Gironás, J., Rivera, J., Vega, A., Arce, G., Molinos-Senante, M., Jorquera, H., Flamant, G., Bustamante, W., Greene, M., Vargas, I., Suárez, F., Pastén, P., & Cortés, S. (2023). TOWARD SUSTAINABILITY AND RESILIENCE IN CHILEAN CITIES: LESSONS AND RECOMMENDATIONS FOR AIR, WATER, AND SOIL ISSUES. *Heliyon*, 9(7), e18191. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e18191>
- Staszczuk, A., & Kuczyński, T. (2021). THE IMPACT OF WALL AND ROOF MATERIAL ON THE SUMMER THERMAL PERFORMANCE OF BUILDING IN A TEMPERATE CLIMATE. *Energy*, 228, 120482. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.120482>
- Tian, D., Zhang, J., & Gao, Z. (2023). THE ADVANCEMENT OF RESEARCH IN COOL ROOF: SUPER COOL ROOF, TEMPERATURE-ADAPTIVE ROOF AND CRUCIAL ISSUES OF APPLICATION IN CITIES. *Energy and Buildings*, 291, 113131. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2023.113131>
- Tikul, N., Shinawanno, S., & Yamyuean, P. (2022). PTAD: A WEB-BASED CLIMATE SERVICE FOR BUILDING DESIGN ADAPTATION. *Climate Services*, 25, 100279. <https://doi.org/10.1016/j.cliser.2021.100279>
- Vallejo Díaz, A., Herrera Moya, I., Pereyra Mariñez, C., Garabitos Lara, E., & Casilla Victorino, C. (2023). KEY FACTORS INFLUENCING URBAN WIND ENERGY: A CASE STUDY FROM THE DOMINICAN REPUBLIC. *Energy for Sustainable Development*, 73, 165-173. <https://doi.org/10.1016/j.esd.2023.01.017>
- Wang, J., Mei, G., Garg, A., & Liu, N. (2023). A COUPLED HEAT AND MASS TRANSFER MODEL OF GREEN ROOF WITH WATER STORAGE LAYER. *Building and Environment*, 235, 110245. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2023.110245>
- Zhang, X., Mao, F., Gong, Z., Hannah, D. M., Cai, Y., & Wu, J. (2023). A DISASTER-DAMAGE-BASED FRAMEWORK FOR ASSESSING URBAN RESILIENCE TO INTENSE RAINFALL-INDUCED FLOODING. *Urban Climate*, 48, 101402. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2022.101402>

Anexos

Anexo 1

Cuadro de Coherencias – Aspectos Metodológicos

CUADRO DE COHERENCIAS - ASPECTOS METODOLÓGICOS

Nombres y Apellidos		AUGUSTO RODRIGO ROMAN LEONARDO								
Título del trabajo de investigación		La transformación de los espacios domésticos a partir del uso de las tecnologías sostenibles en el sector 18 de Chiclayo en la actualidad.								
Línea de investigación		Arquitectura sostenible y diseño urbano								
Población		Sector 18 de Chiclayo								
Muestra										
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	PREGUNTAS DE INVESTIGACIONES relevantes, ligadas a objetos específicos		HIPÓTESIS - posible respuesta a la pregunta de investigación	RESPUESTAS A PREGUNTAS DE INVESTIGACIONES relevantes, ligadas a objetos específicos	OBJETIVOS GENERAL. Debe tener las siguientes características: Objetivo = verbo en infinitivo + Enunciado 1 + Enunciado 2 Ejg: Describir, Analizar, Comparar + El qué + Responder al para qué	OBJETIVOS ESPECIFICOS Y LOGROS ASOCIADOS. Debe tener las siguientes características: Objetivo = verbo en infinitivo + Enunciado 1 + Enunciado 2 Ejg: Describir, Analizar, Comparar + El qué + Responder al para qué	TÉCNICA	INSTRUMENTO		
¿Cuáles son las transformaciones que puedan tener los espacios domésticos a partir del uso de las tecnologías sostenibles para el sector 18 de Chiclayo en la actualidad?	OE.1.	¿Cuál situación física/ambiental actual del entorno urbano del sector 18 de Chiclayo?	Si se implementan tecnologías sostenibles en los espacios domésticos del sector 18 de Chiclayo en la actualidad, entonces se observará una transformación significativa en el diseño arquitectónico de las viviendas a partir de los cerramiento verticales y horizontales.	OE.1.	La situación del sector 18 de Chiclayo, presenta condiciones medio ambientales aplicados en lo urbano con un potencial de servir como fuente natural de energía, como sería el soleamiento y ventilación.	Analizar las transformaciones del espacio domestico a través de las diferentes aplicaciones de las tecnologías sostenibles en el diseño arquitectónico.	OE.1.	identificar las condiciones del sector 18 de Chiclayo para comprender las características urbano arquitectónicas y ambientales	Observación Análisis de documentos	<ul style="list-style-type: none"> Ficha de contexto del lugar Ficha de morfología urbana del sector
	OE.2.	¿Cuáles son las diferentes aplicaciones de tecnologías sostenibles según las condiciones del lugar?		OE.2.	Las aplicaciones de la tecnología sostenible varia de diferente forma según la condición del lugar y su valor energético.		OE.2.	Analizar las diferentes aplicaciones de las tecnologías sostenibles según las condiciones del lugar para conocer su valor y cualidades arquitectónicas.	Análisis de documentos.	<ul style="list-style-type: none"> Ficha de referente de la aplicación de tecnologías sostenible. Ficha de referente de la aplicación sobre condición del lugar
	OE.3.	¿Cómo se puede evaluar las tecnologías sostenibles aplicables para conocer el de mayor valor para el sector 18 de Chiclayo?		OE.3.	Las tecnologías sostenibles, pueden llegar a adaptarse a un diseño arquitectónico del cual se puede evaluar en función a eso para definir su valor formal.		OE.3.	Evaluar las diferentes aplicaciones de tecnologías sostenibles en los espacios domésticos del sector 18 de Chiclayo para definir cuáles son las de mayor beneficio formal	Análisis de documentos.	<ul style="list-style-type: none"> Ficha de aplicación en cerramiento vertical. Ficha de aplicación de cerramiento Horizontal. Ficha de grafica sobre la aplicación de tecnología sostenible en unidad domestica

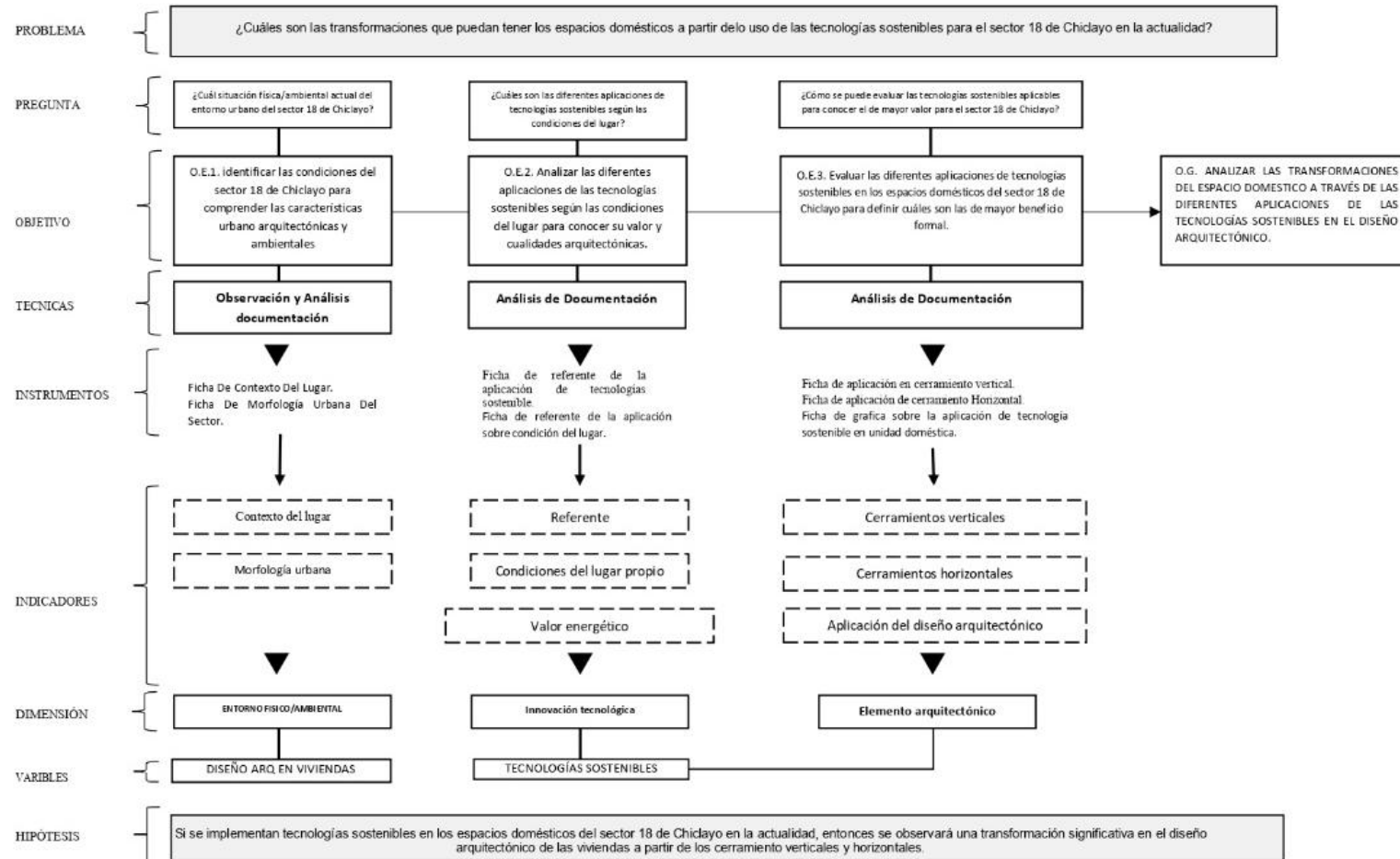
VARIABLES		DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	TÉCNICA	INSTRUMENTO
INDEPENDIENTE	Tecnologías sostenibles	<ul style="list-style-type: none"> Entender los materiales sostenibles para poder controlar de mejor forma el confort térmico de la zona interior (La Roche et al., 2020) Correcto manejo de tecnología sostenible en la innovación de materiales y beneficios con respecto a la gestión y eficiencia energética de los recursos (Bouja et al., 2022) Planteamiento a partir de la estructura para generar conceptos sostenibles adaptables y así aplicar las tecnologías sostenibles en la arquitectura de forma más factible (Rodríguez et al., 2023). 	<p>La tecnología sostenible un paradigma de la arquitectura que va cambiando con el paso del tiempo hasta el punto de poder aplicarlo en un diseño mas arquitectónico sin cambiar la forma del edificio y mejorando las deficiencias del mismo con los beneficios que este trae consigo.</p>	INNOVACION SOSTENIBLE	<ul style="list-style-type: none"> Referentes. Cualidades del lugar propio. Valor energético. 	Análisis de documentos.	<ul style="list-style-type: none"> Ficha de referente de la aplicación de tecnologías sostenibles. Ficha de referente de la aplicación sobre condición del lugar
				ELEMENTO ARQUITECTONICO	<ul style="list-style-type: none"> Cerramientos verticales Cerramientos horizontales Aplicación del diseño sostenible 	Análisis de documentos.	<ul style="list-style-type: none"> Ficha de aplicación en cerramiento vertical. Ficha de aplicación de cerramiento Horizontal. Ficha de grafica sobre la aplicación de tecnología sostenible en unidad domestica
DEPENDIENTE	Condiciones urbano ambientales	<ul style="list-style-type: none"> Análisis de la estructura del edificio para captar las deficiencias y elementos que compone la estructura arquitectónica (Rodríguez et al., 2023) Conseguir los datos necesarios para justificar y desarrollar diferentes soluciones (Tijul et al., 2022) 	<p>Definir en el entorno del lugar a emplazar se los elementos y fuentes físico/ambientales para definir el los valores y estándares para permitir un entendimiento y así crear una aplicación consistente hacia la arquitectura.</p>	ENTORNO FISICO / AMBIENTAL	<ul style="list-style-type: none"> Contexto del lugar. Morfología urbana. Condiciones climáticas. 	Observación Análisis de documentos	<ul style="list-style-type: none"> Ficha de contexto del lugar Ficha de morfología urbana del sector

Nota. Fuente Propia, 2024.

Anexo 2
Organizador



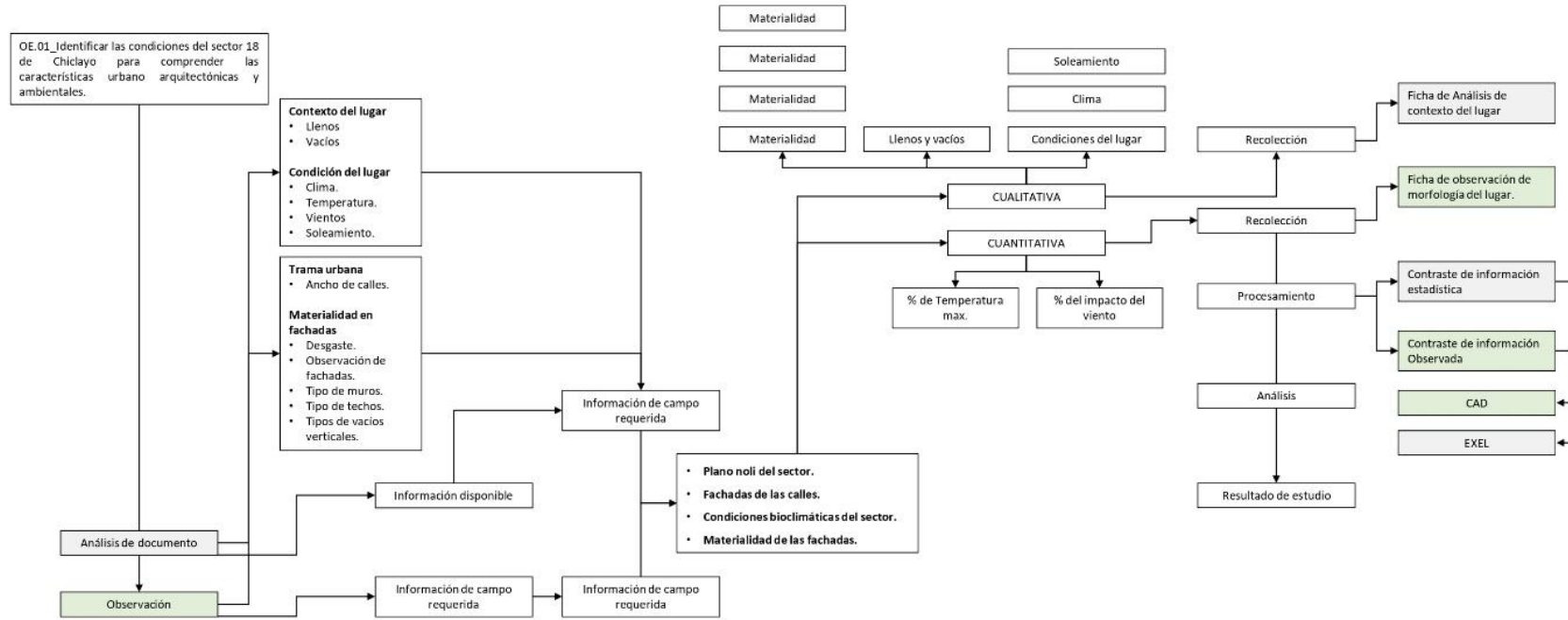
UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE ARQUITECTURA



Nota. Fuente Propia, 2024.

Anexo 3

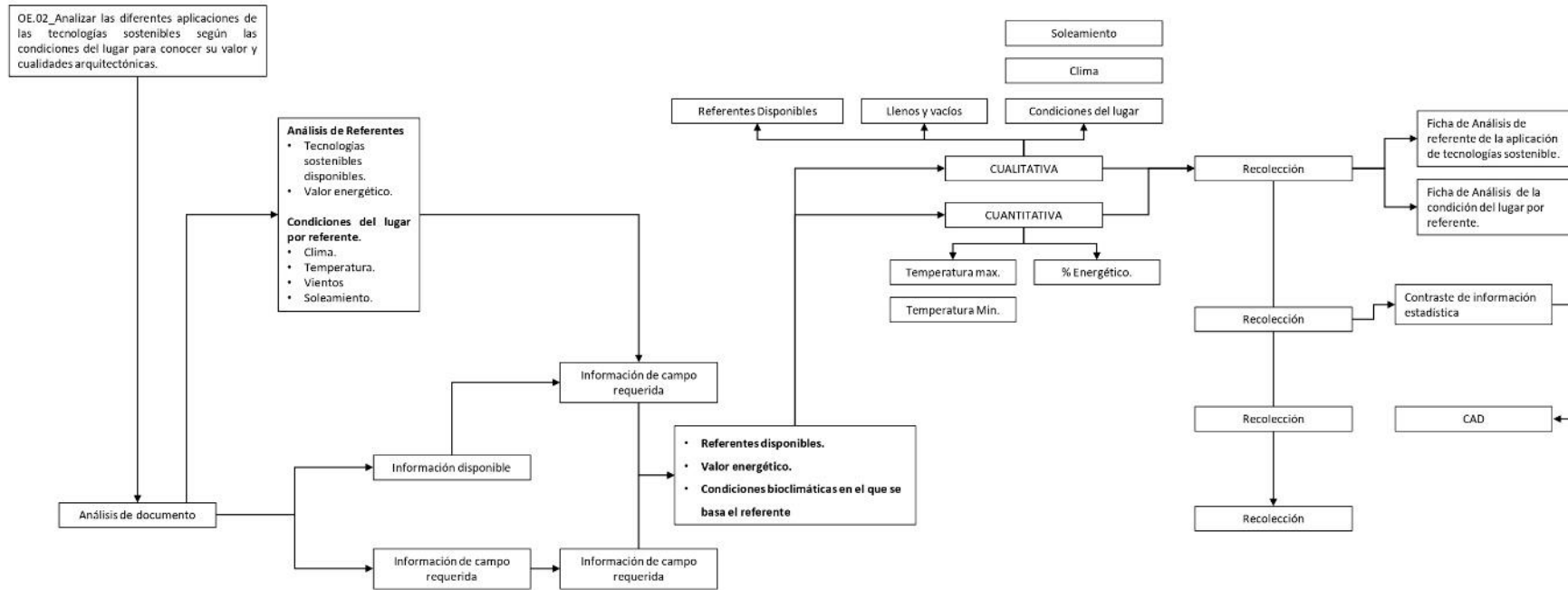
Recorrido O.E.1



Nota. Fuente Propia, 2024.

Anexo 4

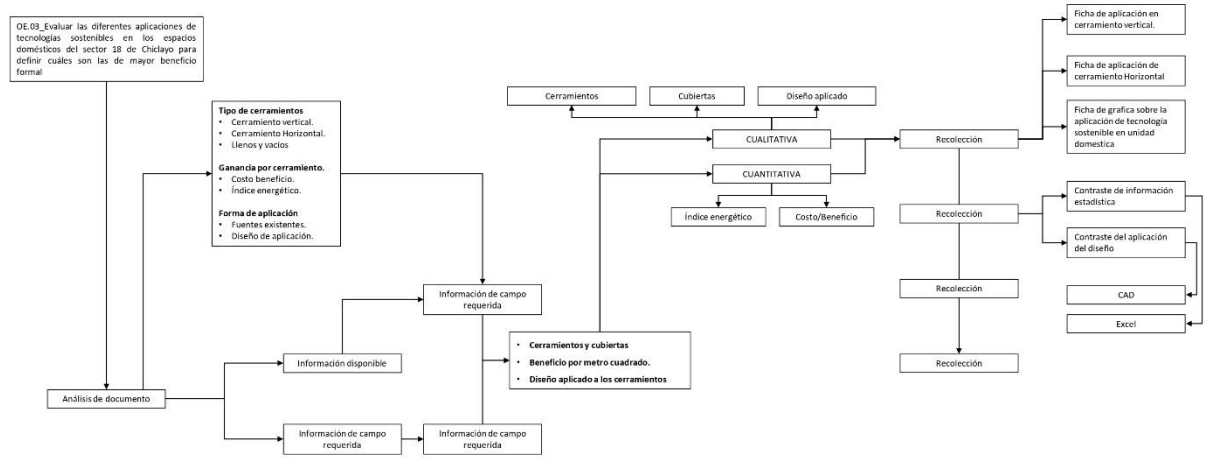
Recorrido O.E.2



Nota. Fuente Propia, 2024.

Anexo 5

Recorrido O.E.3



Nota. Fuente Propia, 2024.

Anexo 6

Cuadro de Doble entrada O.E.1



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE ARQUITECTURA

CUADRO DE DOBLE ENTRADA

		CUALITATIVA											
OE.1		Identificar las condiciones del sector 18 de Chiclayo para comprender las características urbano arquitectónicas y ambientales.											
		Condiciones del lugar					Contexto del lugar						
		Clima	Temperatura	vientos	Soleamiento	Vegetación	Trama urbana	Estado	Tipo de techos	Tipo de vacíos	Tipo de muros		
Condiciones del lugar	Clima												A. El impacto que tienen las condiciones bioclimáticas en la trama urbana del sector.
	Temperatura												
	vientos												
	Soleamiento												
	Vegetación						B						
Contexto del lugar	Trama urbana	A											B. Influencia por la presencia de vegetación en el sector ante las diferentes condiciones del lugar. C. El tipo y estado de desgaste de los elementos arquitectónicos que se pueden apreciar a través de la trama urbana según el clima actual en el presente sector.
	Estado								C				
	Tipo de techos												
	Tipo de vacíos												
	Tipo de muros												

Nota. Fuente Propia, 2024.

Anexo 7

Cuadro comparativo



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE ARQUITECTURA

CUADRO COMPARATIVO

CUALITATIVA				
OE.2		Analizar las diferentes aplicaciones de las tecnologías sostenibles según las condiciones del lugar para conocer su valor y cualidades arquitectónicas.		
		Energías eólicas	Energía solar	
Nombre		Nano generador triboeléctrico basado en PDMS con arquitectura de nano pilares integrado con un modelo de molino de viento para una recolección eficaz de energía eólica	Estudio experimental sobre el rendimiento integral del edificio de muro cortina compuesto integrado de energía fotovoltaica de concentración parabólica.	Conversión solar-térmica-eléctrica de alta eficiencia basada en un diseño de arquitectura binaria asimétrica en materiales compuestos de cambio de fase sólido-sólido
Ubicación		Corea del sur	China, Reino Unido	China
Arquitectos		Jianhui Li, Wei Zhang, Bo He, Lingzhi Xie, Xia Hao, Tapas Mallick, Katie Sha, Mo Chen, Zihao Li	Jianhui Li, Wei Zhang, Bo He, Lingzhi Xie, Xia Hao, Tapas Mallick, Katie Shanks, Mo Chen, Zihao Li	Changmei Wu, Lingjun Zeng, Guojun Chang, Xuan Chen, Pan Zhang, Lan Xie, Bai Xue
Uso		modelo de molino de viento	Muro cortina fotovoltaico	Panel solar
Elemento Arquitectónico	Vertical	x	x	
	Horizontal			x
	Lleno	x	x	x
	Vacío	x	x	
Condiciones climáticas		Fuertes vientos, climas fríos	Cielo despejado, alta temperatura.	Cielo despejado, intenso índice lumínico, alta temperatura.
Materiales	Aislantes	x	x	x
	Adsorbentes		x	x
	compuestos	x	x	
	metálicos	x	x	x
Valor energético	Alto		x	
	Medio	x		x
	Bajo			
	Ahorro	x	x	x
Uso según actividades que cubren por energía				
Indicia por actividad	Primarias	x	x	x
	Secundarias		x	x
	Terciarias	x		

Nota. Fuente Propia, 2024.

Anexo 8

Ficha de Validación de recolección de datos



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE ARQUITECTURA

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

FICHA REVISIÓN DE DATOS

Título de la investigación: Transformación de los espacios domésticos a partir del uso de las tecnologías sostenibles en el sector 18 de Chiclayo en la actualidad.

Autor de la investigación: Augusto Rodrigo Roman Leonardo.

Asesor de la investigación: Jiménez Zuloeta Cesar Fernando.

Instrumento: Ficha de contexto del lugar									
Variable: Diseño Arquitectónico en viviendas	Objetivo específico: Identificar las condiciones del sector 18 de Chiclayo para comprender las características urbano arquitectónicas y ambientales.	Dimensión: Análisis del Entorno Físico/Espacial Indicador: Contexto del lugar							
CONTEXTO DEL LUGAR									
[Plano noli del sector 18 de Chiclayo - análisis de llenos y vacíos del lugar]		[Fotografías del lugar]							
<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td colspan="2">LEYENDA</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">■</td> <td>Lleno</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">□</td> <td>Vacío</td> </tr> </table>				LEYENDA		■	Lleno	□	Vacío
LEYENDA									
■	Lleno								
□	Vacío								
Condiciones del lugar									
Clima	Temperatura	Vientos	Soleamiento						
[Como es el clima del lugar]	[Las temperaturas máximas y mínimas]	[Con que fuerza golpean los vientos y la frecuencia]	[Propiedades del soleamiento del lugar]						

Nota. Fuente Propia, 2024.

Anexo 9

Ficha de Validación de recolección de datos



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE ARQUITECTURA

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

FICHA REVISIÓN DE DATOS

Título de la investigación: Transformación de los espacios domésticos a partir del uso de las tecnologías sostenibles en el sector 18 de Chiclayo en la actualidad.

Autor de la investigación: Augusto Rodrigo Roman Leonardo.

Asesor de la investigación: Jiménez Zuloeta Cesar Fernando.

Instrumento: Ficha de morfología urbana del sector			
Variable: Diseño Arquitectónico en viviendas	Objetivo específico: identificar las condiciones del sector 18 de Chiclayo para comprender las características urbano arquitectónicas y ambientales.		Dimensión: Entorno Físico/Espacial Indicador: Trama urbana, Materialidad
TRAMA URBANA			
[Grafica de la trama urbana del lugar]		[Fotografías de calles del lugar y fachadas circundantes a estas]	
Materialidad de las fachadas			
(%) de desgaste	Tipo de muro	Tipo de techos	Tipo de Vacíos
[Porcentaje sobre la de cierto material utilizado en su mayoría en las fachadas]	[Materialidad de los muros, Permeables o no permeables]	[Material de las cubiertas]	[Tipo de ventanas, vidrio usado o celosillas]

Nota. Fuente Propia, 2024.

Anexo 10

Ficha de Validación de recolección de datos



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE ARQUITECTURA

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

FICHA REVISIÓN DE DATOS

Título de la investigación: Transformación de los espacios domésticos a partir del uso de las tecnologías sostenibles en el sector 18 de Chiclayo en la actualidad.

Autor de la investigación: Augusto Rodrigo Roman Leonardo.

Asesor de la investigación: Jiménez Zuloeta Cesar Fernando.

Instrumento: Ficha de referente de la aplicación de tecnologías sostenible		
Variable: Tecnologías sostenibles	Objetivo específico: Analizar las diferentes aplicaciones de las tecnologías sostenibles según las condiciones del lugar para conocer su valor y cualidades arquitectónicas.	Dimensión: Innovación Sostenible Indicador: Referentes y valor energético.
Tipo de tecnologías sostenibles	Referentes de Tecnologías sostenibles	Valores energéticos
EOLICA	[E1-Nombre del referente + Cualidades + Fotografía]	[Valor % según referente]
	[E2-Nombre del referente + Cualidades + Fotografía]	[Valor % según referente]
	[E3-Nombre del referente + Cualidades + Fotografía]	[Valor % según referente]
	[E4-Nombre del referente + Cualidades + Fotografía]	[Valor % según referente]
SOLAR	[E1-Nombre del referente + Cualidades + Fotografía]	[Valor % según referente]
	[E2-Nombre del referente + Cualidades + Fotografía]	[Valor % según referente]
	[E3-Nombre del referente + Cualidades + Fotografía]	[Valor % según referente]
	[E4-Nombre del referente + Cualidades + Fotografía]	[Valor % según referente]
LLUVIA	[E1-Nombre del referente + Cualidades + Fotografía]	[Valor % según referente]
	[E2-Nombre del referente + Cualidades + Fotografía]	[Valor % según referente]
	[E3-Nombre del referente + Cualidades + Fotografía]	[Valor % según referente]
	[E4-Nombre del referente + Cualidades + Fotografía]	[Valor % según referente]

Nota. Fuente Propia, 2024.

Anexo 11

Ficha de Validación de recolección de datos



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE ARQUITECTURA

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

FICHA REVISIÓN DE DATOS

Título de la investigación: Transformación de los espacios domésticos a partir del uso de las tecnologías sostenibles en el sector 18 de Chiclayo en la actualidad.

Autor de la investigación: Augusto Rodrigo Roman Leonardo.

Asesor de la investigación: Jiménez Zuloeta Cesar Fernando.

Instrumento: Ficha de referente de la aplicación sobre condición del lugar					
Variable: Tecnologías sostenibles	Objetivo específico: Analizar las diferentes aplicaciones de las tecnologías sostenibles según las condiciones del lugar para conocer su valor y cualidades arquitectónicas.	Dimensión: Innovación sostenible Indicador: Cualidades del lugar Según referente			
Tipo de tecnologías sostenibles	Referentes de Tecnologías sostenibles	Cualidades del lugar			
		Clima	Temperatura	Viento	Soleamiento
EOLICA	[E1-Nombre]	[Descripción]	[Descripción]	[Descripción]	[Descripción]
	[E2-Nombre]	[Descripción]	[Descripción]	[Descripción]	[Descripción]
	[E3-Nombre]	[Descripción]	[Descripción]	[Descripción]	[Descripción]
	[E4-Nombre]	[Descripción]	[Descripción]	[Descripción]	[Descripción]
SOLAR	[E1-Nombre]	[Descripción]	[Descripción]	[Descripción]	[Descripción]
	[E2-Nombre]	[Descripción]	[Descripción]	[Descripción]	[Descripción]
	[E3-Nombre]	[Descripción]	[Descripción]	[Descripción]	[Descripción]
	[E4-Nombre]	[Descripción]	[Descripción]	[Descripción]	[Descripción]
LLUVIA	[E1-Nombre]	[Descripción]	[Descripción]	[Descripción]	[Descripción]
	[E2-Nombre]	[Descripción]	[Descripción]	[Descripción]	[Descripción]
	[E3-Nombre]	[Descripción]	[Descripción]	[Descripción]	[Descripción]
	[E4-Nombre]	[Descripción]	[Descripción]	[Descripción]	[Descripción]

Nota. Fuente Propia, 2024.

Anexo 12

Ficha de Validación de recolección de datos



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE ARQUITECTURA

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

FICHA REVISIÓN DE DATOS

Título de la investigación: Transformación de los espacios domésticos a partir del uso de las tecnologías sostenibles en el sector 18 de Chiclayo en la actualidad.

Autor de la investigación: Augusto Rodrigo Roman Leonardo.

Asesor de la investigación: Jiménez Zuloeta Cesar Fernando.

Instrumento: Ficha de aplicación en cerramiento vertical			
Variable: Tecnologías sostenibles	Objetivo específico: Evaluar las diferentes aplicaciones de tecnologías sostenibles en los espacios domésticos del sector 18 de Chiclayo para definir cuáles son las de mayor beneficio formal.		Dimensión: Elemento arquitectónico Indicador: Aplicación en Cerramientos Verticales.
Cerramientos verticales			
[Plano de la fachada - cerramientos verticales llenos y vacíos]		Fotos de la fachada	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: auto;"> <p style="text-align: center;">LEYENDA</p> <p style="text-align: center;"> Lleno Vacío </p> </div>			
Llenos y vacíos	Beneficio x M2		[Análisis de cual espacio conviene más el aplicar la tecnología sostenible según el índice energético]
[Cantidad de m2 en vacíos (ventanas) y Cantidad de m2 de llenos (cerramiento, muros)]	Índice energético según m2	Costo/beneficio	
	[Índice energético según m2 cuadrado usado en lleno o vacío sin afectar el confort interior o estructura]	[Costo/Beneficio según m2 cuadrado usado en lleno o vacío sin afectar el confort interior o estructura]	

Nota. Fuente Propia, 2024.

Anexo 13

Ficha de Validación de recolección de datos



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE ARQUITECTURA

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

FICHA REVISIÓN DE DATOS

Título de la investigación: Transformación de los espacios domésticos a partir del uso de las tecnologías sostenibles en el sector 18 de Chiclayo en la actualidad.

Autor de la investigación: Augusto Rodrigo Roman Leonardo.

Asesor de la investigación: Jiménez Zuloeta Cesar Fernando.

Instrumento: Ficha de aplicación de cerramiento Horizontal			
Variable: Tecnologías sostenibles	Objetivo específico: Evaluar las diferentes aplicaciones de tecnologías sostenibles en los espacios domésticos del sector 18 de Chiclayo para definir cuáles son las de mayor beneficio formal.		Dimensión: Elemento arquitectónico Indicador: Aplicación de Cerramientos horizontales.
Cerramientos horizontales			
[Plano de cubierta - cerramientos horizontales llenos y vacíos]		[Fotos de la Cubierta]	
		<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: auto;"> <p style="text-align: center;">LEYENDA</p> <p style="text-align: center;">■ Lleno</p> <p style="text-align: center;">□ Vacío</p> </div>	
Llenos y vacíos	Beneficio x M2		[Análisis de cual espacio conviene más el aplicar la tecnología sostenible según el índice energético]
[Cantidad de m2 en vacíos (Patios, tragaluces, etc.) y Cantidad de m2 de llenos (Cubierta, losa)]	Índice energético según m2 [Índice energético según m2 cuadrado usado en lleno o vacío sin afectar el confort interior o estructura]	Costo/beneficio [Costo/Beneficio según m2 cuadrado usado en lleno o vacío sin afectar el confort interior o estructura]	

Nota. Fuente Propia, 2024.

Anexo 14

Ficha de Validación de recolección de datos



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE ARQUITECTURA

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

FICHA REVISIÓN DE DATOS

Título de la investigación: Transformación de los espacios domésticos a partir del uso de las tecnologías sostenibles en el sector 18 de Chiclayo en la actualidad.

Autor de la investigación: Augusto Rodrigo Roman Leonardo.

Asesor de la investigación: Jiménez Zuloeta Cesar Fernando.

Instrumento: Ficha de grafica sobre la aplicación de tecnología sostenible en unidad domestica	
Variable: Tecnologías sostenibles	Objetivo específico: Evaluar las diferentes aplicaciones de tecnologías sostenibles en los espacios domésticos del sector 18 de Chiclayo para definir cuáles son las de mayor beneficio formal.
	Dimensión: Elemento arquitectónico Indicador: Forma de Aplicación del diseño sostenible.
Fuentes ambientales existentes	
Solar	Eólica
[Descripción de la tecnología sostenible por fuente solar]	[Descripción de la tecnología sostenible por fuente eólica]
Gráfico arquitectónico de aplicación de tecnología sostenible	
[Grafica de arquitectura mostrando como se implementan las tecnologías sostenibles basados en el sol en una unidad domestica]	[Grafica de arquitectura mostrando como se implementan las tecnologías sostenibles basados en el aire en una unidad domestica]

Nota. Fuente Propia, 2024.

Anexo 15

Ficha de Validación de firmas objetivo OE1



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE ARQUITECTURA

Problema de la investigación:

¿Cuáles son las transformaciones que puedan tener los espacios domésticos a partir del uso de las tecnologías sostenibles para el sector 18 de Chiclayo en la actualidad?

Objetivo General de la investigación:

Analizar las transformaciones del espacio doméstico a través de las diferentes aplicaciones de las tecnologías sostenibles en el diseño arquitectónico.

Objetivo Específico de la investigación relacionada con el instrumento:

O.E.1. Identificar las condiciones del sector 18 de Chiclayo para comprender las características urbano arquitectónicas y ambientales.

Variable de estudio relacionada al instrumento: Diseño ARQ en viviendas.

Dimensión(es) de la variable de estudio relacionada al instrumento: Entorno Físico/Espacial

Indicador(es) de la dimensión de estudio relacionada al instrumento:

- Contexto del lugar.
- Condición del lugar.

EVALUACIÓN DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO POR EXPERTO O ESPECIALISTA

De acuerdo con los ítems antes mencionados, se les solicita en base a su experiencia y/o especialidad inferir en lo siguiente:
¿encuentra usted...

¿Relación del instrumento con la pregunta de investigación?		¿Relación del instrumento con el Objetivo General y el objetivo específico?		¿Relación del problema con las variables y el instrumento?	
SI	NO	SI	NO	SI	NO

VALORACIÓN DEL INSTRUMENTO:

PERTINENCIA		CLARIDAD		RELEVANCIA	
SI	NO	SI	NO	SI	NO

Observaciones:

Opinión de aplicabilidad: Aplicable () Aplicable después de corregir () No aplicable ()

Apellidos y nombres del evaluador: Jiménez Zuloeta Cesar Fernando.

Grado académico del evaluador: Magister.

Pertinencia: Si el ítem pertenece a la dimensión.
Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.
Relevancia: EL ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del contenido.

Nota. Fuente Propia, 2024.

Anexo 16

Ficha de Validación de firmas objetivo OE2



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE ARQUITECTURA

Problema de la investigación:

¿Cuáles son las transformaciones que puedan tener los espacios domésticos a partir del uso de las tecnologías sostenibles para el sector 18 de Chiclayo en la actualidad?

Objetivo General de la investigación:

Analizar las transformaciones del espacio domestico a través de las diferentes aplicaciones de las tecnologías sostenibles en el diseño arquitectónico

Objetivo Específico de la investigación relacionada con el instrumento:

O.E.2. Analizar las diferentes aplicaciones de las tecnologías sostenibles según las condiciones del lugar para conocer su valor y cualidades arquitectónicas.

Variable de estudio relacionada al instrumento: Tecnologías sostenibles.

Dimensión(es) de la variable de estudio relacionada al instrumento: Innovación sostenible

Indicador(es) de la dimensión de estudio relacionada al instrumento:

- Referentes.
- Valor energético.

EVALUACIÓN DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO POR EXPERTO O ESPECIALISTA

De acuerdo con los ítems antes mencionados, se les solicita en base a su experiencia y/o especialidad inferir en lo siguiente:
¿encuentra usted...

¿Relación del instrumento con la pregunta de investigación?		¿Relación del instrumento con el Objetivo General y el objetivo específico?		¿Relación del problema con las variables y el instrumento?	
SI	NO	SI	NO	SI	NO

VALORACIÓN DEL INSTRUMENTO:

PERTINENCIA		CLARIDAD		RELEVANCIA	
SI	NO	SI	NO	SI	NO

Observaciones:

Opinión de aplicabilidad: Aplicable () Aplicable después de corregir () No aplicable ()

Apellidos y nombres del evaluador: Jiménez Zuloeta Cesar Fernando.

Grado académico del evaluador: Magister.

Pertinencia: Si el ítem pertenece a la dimensión.
Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.
Relevancia: EL ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del contenido.

Nota. Fuente Propia, 2024.

Anexo 17

Ficha de Validación de firmas objetivo OE3



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE ARQUITECTURA

Problema de la investigación:

¿Cuáles son las transformaciones que puedan tener los espacios domésticos a partir del uso de las tecnologías sostenibles para el sector 18 de Chiclayo en la actualidad?

Objetivo General de la investigación:

Analizar las transformaciones del espacio doméstico a través de las diferentes aplicaciones de las tecnologías sostenibles en el diseño arquitectónico

Objetivo Específico de la investigación relacionada con el instrumento:

O.E.3. Evaluar las diferentes aplicaciones de tecnologías sostenibles en los espacios domésticos del sector 18 de Chiclayo para definir cuáles son las de mayor beneficio formal.

Variable de estudio relacionada al instrumento: Tecnologías sostenibles.

Dimensión(es) de la variable de estudio relacionada al instrumento: Elemento arquitectónico.

Indicador(es) de la dimensión de estudio relacionada al instrumento:

- Aplicación en Cerramiento Vertical.

EVALUACIÓN DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO POR EXPERTO O ESPECIALISTA

De acuerdo con los ítems antes mencionados, se les solicita en base a su experiencia y/o especialidad inferir en lo siguiente: ¿encuentra usted...

¿Relación del instrumento con la pregunta de investigación?		¿Relación del instrumento con el Objetivo General y el objetivo específico?		¿Relación del problema con las variables y el instrumento?	
SI	NO	SI	NO	SI	NO

VALORACIÓN DEL INSTRUMENTO:

PERTINENCIA		CLARIDAD		RELEVANCIA	
SI	NO	SI	NO	SI	NO

Observaciones:

Opinión de aplicabilidad: Aplicable () Aplicable después de corregir () No aplicable ()

Apellidos y nombres del evaluador: Jiménez Zuloeta Cesar Fernando.

Grado académico del evaluador: Magister.

Pertinencia: Si el ítem pertenece a la dimensión.
Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.
Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del contenido.

Nota. Fuente Propia, 2024.

Anexo 18

Envío del artículo a la revista

**emerald
PUBLISHING****Archnet-IJAR**
International Journal of Architectural Research

[Home](#) [Author](#)

Author Dashboard / Submission Confirmation

Please click the "Return to Dashboard" button below to view your submitted manuscript OR click the link "Log Out" at the upper right side of the screen to log out of your account.

Submission Confirmation

[Print](#)

Thank you for your submission

Submitted to	Archnet-IJAR: International Journal of Architectural Research
Manuscript ID	ARCH-11-2024-0476
Title	Sustainable technologies in domestic spaces in sector 18 of Chiclayo
Authors	Leonardo, Augusto Jiménez Zuloeta, Cesar
Date Submitted	23-Nov-2024

[Author Dashboard](#)

Nota. Fuente Propia, 2024.