
CO2
H2

ISSN 2215-5910
Investigación



USO DE NUEVAS TECNOLOGÍAS Y MATERIALES SOSTENIBLES EN LA CONSTRUCCIÓN Y SU EFECTIVIDAD EN LA REDUCCIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES EN COSTA RICA

Recibido: 05 noviembre, 2025 • Revisado: 18 diciembre,2025 • Aceptado: 14 de enero, 2026

Kevin Robert Carazo Brown
y Henry Alberto Binns Hernández

RESUMEN

El sector de la construcción representa una de las industrias más contaminantes globalmente, y Costa Rica, pese a su reputación como país verde, enfrenta retos ambientales similares. Esta investigación analiza el uso de nuevas tecnologías y materiales sostenibles en la construcción costarricense, evaluando su efectividad en la reducción de impactos ambientales y las barreras para su adopción por parte de las empresas.

Mediante un enfoque cuantitativo con cuestionarios aplicados a 26 empresas, se halló conocimiento generalizado sobre prácticas sostenibles, pero implementación limitada por costos iniciales y falta de sistematización, pese a una actitud positiva hacia la sostenibilidad. Se concluye que Costa Rica avanza alineada con tendencias globales, con ventajas relativas en sostenibilidad, recomendando fortalecer capacitación técnica, incentivos económicos y concientización social.

Palabras clave: Construcción sostenible, Impacto ambiental, Innovación tecnológica, Energía renovable, Materiales sostenibles.

ABSTRACT

The construction sector stands as one of the most polluting industries worldwide, and Costa Rica, despite its green country status, confronts comparable environmental challenges. This study examines the adoption of new technologies and sustainable materials in Costa Rican construction, assessing their effectiveness in mitigating environmental impacts and identifying adoption barriers faced by companies.

Employing a quantitative approach via structured questionnaires to 26 firms, findings indicate widespread awareness of sustainable practices yet limited implementation due to initial costs and insufficient company systematization, alongside a positive overall stance toward sustainability. It concludes that Costa Rica progresses in sync with global trends, holding relative sustainability advantages, and recommends enhancing technical training, economic incentives, and public awareness.

Keywords: Sustainable construction, Environmental impact, Technological innovation, Renewable energy, Sustainable materials.

Br. Kevin Robert Carazo Brown, Estudiante Instituto Tecnológico de Costa Rica. Investigador asociado de LEAD University.

Henry Alberto Binns Hernández es Doctor Cand. en Dirección de Empresas. Especialista en contabilidad y finanzas con más de 12 años de experiencia en la profesión y docencia universitaria. Investigador asociado de LEAD University.

INTRODUCCIÓN

La presente investigación consistió en explorar el uso de nuevas tecnologías y materiales sostenibles en la industria de la construcción en Costa Rica, evaluando su efectividad para reducir los impactos ambientales.

El sector de la construcción a nivel general destaca por ser uno de los sectores más contaminantes. Según Pertuz (2010 como se citó en Badilla, 2023), este sector consume el 50% de los recursos naturales disponibles, utiliza el 40% de la energía total incluida la empleada en el uso de las edificaciones y es responsable del 50% de los residuos generados a nivel global. Además, los procesos relacionados con la extracción de materias primas y la producción de materiales como el acero y el cemento implican un alto costo energético y un impacto ambiental considerable.

Debido a los desafíos ambientales cada vez más notables alrededor del planeta, a lo largo de los años se han implementado nuevos productos, técnicas y artefactos para un desarrollo sostenible.

La fabricación de nuevos materiales para la construcción a partir de fibras de bambú, con mayores estándares de desempeño técnico y menor impacto ambiental, evidencia que la innovación constituye un eje estratégico para avanzar hacia el desarrollo sostenible. En este contexto, los centros de investigación con enfoque ambiental desempeñan un papel fundamental al fortalecer líneas de investigación, desarrollo e innovación orientadas a la sostenibilidad, promoviendo soluciones tecnológicas que integren eficiencia, competitividad y responsabilidad ambiental. (Badilla-López, 2023).

Cabe destacar que, para el año 2018 Costa Rica contaba con 64 proyectos certificados, 108 proyectos registrados y 86 profesionales acreditados. Por lo que, se considera el líder en centro Centroamérica en cuanto a proyectos que trabajan con estándares de construcción sostenible (Alpízar, 2018). Costa Rica entre los años 2015 y 2019 registró un promedio de aumento en construcciones sostenibles del 25% por año en metros cuadraros certificados. Además, en Costa Rica ya existen créditos verdes que incrementan el interés en los constructores en ofrecer el tipo de productos (Díaz, 2022).

Esta investigación pretende ofrecer un análisis de las prácticas de construcción a través del uso de materiales y tecnologías sostenibles, la implementación en un país verde como Costa Rica y la capacidad de mitigar efectos negativos sobre el entorno.

Además de ofrecer recomendaciones prácticas para destacar y promover el uso de este tipo proyectos de construcción a nivel nacional.

Para entender el impacto de la construcción en el medio ambiente y el avance de prácticas sostenibles, es esencial comenzar reconociendo los efectos negativos del sector. El sector de la construcción ha sido identificado como una de las principales fuentes de problemas ambientales, contribuyendo de manera significativa al cambio climático, la deforestación y la pérdida de biodiversidad (European Comission, 2020). Este impacto desfavorable se debe, en gran medida, al uso intensivo de materiales convencionales y a la elevada cantidad de energía empleada en los procesos constructivos (Cárcel-Carrasco *et al*., 2022).

Uno de los factores críticos es el elevado uso de energía que requiere la extracción de materiales, lo cual, en muchas ocasiones, resulta en prácticas insostenibles (Brady & Abdellatif, 2017; Cárcel-Carrasco *et al*., 2022). Este tipo de prácticas no solo genera un alto costo energético, sino que también agrava el deterioro ambiental, contribuyendo a emisiones que impactan negativamente al entorno. En respuesta a estos problemas, ha surgido la necesidad de introducir materiales sostenibles que reduzcan este impacto y, a su vez, promuevan una construcción más responsable con el medio ambiente (Cárcel-Carrasco *et al*., 2022).

También se debe destacar que, Costa Rica no resalta por ser productor de materias primas para la construcción. Por lo que, depende de la importación de dichos materiales, lo que implica un costo ambiental considerable. Durante el proceso de transformación de las materias primas importadas, se les añaden sustancias químicas para mejorar sus propiedades, lo cual afecta negativamente tanto a los ecosistemas como a la salud humana, debido a la alta toxicidad de dichas sustancias (Morenilla, 2011 citado en Badila-López, 2023).

De acuerdo con Acosta (2015 citado en Badilla-López (2023), la construcción sostenible puede definirse como aquella que, comprometida con el respeto

al medio ambiente, busca el uso eficiente de la energía, el agua y los materiales, minimizando los impactos ambientales y promoviendo entornos más saludables.

La construcción sostenible, por su parte, tiene como objetivo reducir la huella de carbono y mejorar la eficiencia energética de los edificios (Gan *et al*., 2020; Gilabert Sanz *et al*., 2024). Para lograr este objetivo, es fundamental adoptar un enfoque basado en tres pilares: el equilibrio ambiental, el crecimiento económico y la inclusión social-cultural (Vegas López-Manzanares & Guillaud, 2015). Este modelo de "triple balance" se ha convertido en un requisito indispensable para cualquier iniciativa de construcción sostenible (Gilabert Sanz *et al.,* 2024).

El uso de materiales sostenibles en la construcción presenta beneficios económicos y sociales ampliamente reconocidos. Sin embargo, la baja demanda de estos materiales ha provocado que el mercado actual mantenga su enfoque en productos tradicionales, afectando indirectamente al medio ambiente (Arinas, 2019; Cárcel-Carrasco *et al*., 2022). No obstante, la valorización y el reciclaje de residuos industriales para la creación de materiales de construcción sostenibles se vislumbran como una solución viable. Estos enfoques no solo contribuyen a la mitigación del impacto ambiental, sino que también representan una opción económicamente accesible para promover técnicas de construcción ecológica (Saucedo-Coley *et al*., 2023).

Un ejemplo de esta tendencia es el uso de ladrillos ecológicos, los cuales permiten desarrollar actividades constructivas en armonía con la protección ambiental al utilizar residuos industriales que, además, reducen los costos y el uso de energía. A medida que, las zonas urbanas se expanden, la demanda de materiales como los ladrillos ha aumentado, lo que hace urgente la búsqueda de alternativas más sostenibles (Saucedo-Coley *et al*., 2023). Estos ladrillos ecológicos, que incorporan desechos de la minería y la agricultura, como cáscaras de yuca, ofrecen una opción prometedora en la producción de materiales de construcción. La incorporación de estos residuos industriales en la fabricación de ladrillos representa una alternativa viable para el desarrollo de materiales constructivos sostenibles, ayudando a reducir los impactos negativos al medio ambiente (Saucedo-Coley *et al.,* 2023).

Otro ejemplo sería como el que propone Badilla-López (2023), que en su Proyecto final de Graduación presenta al bambú y sus laminados como una alternativa para la construcción sostenible en Costa Rica debido a la huella ecológica de los materiales tradicionales. Este material se aplica al diseño del SMART E-Lab, en San Carlos. El proyecto se concibe como una iniciativa estratégica para impulsar la innovación orientada a la sustentabilidad en la región Huetar Norte. También como parte de materiales alternativos es la cascarilla de arroz, debido a su morfología única y composición rica en sílice amorfa permite crear concreto con propiedades mecánicas y térmicas prometedoras que hace el material viable en la construcción (Chabi *et al*., 2024).

Ahora bien, como parte de las técnicas que se pueden resaltar es la construcción modular prefabricada la cual pertenece a la amplia categoría de construcción volumétrica, donde los elementos individuales se fabrican fuera de obra. Los beneficios comprobados del uso de esta tecnología incluyen velocidad de construcción, eficiencia de costos y durabilidad (Ashour *et al*., 2023; Chougule y Chotle, 2022; Chen, 2023). Se estima que este método aumenta la productividad hasta en un 40% (Autoridad de Edificación y Construcción, 2023). Los beneficios proambientales incluyen reducción de emisiones, control de desechos, optimización de procesos en calidad, condiciones externas, entregas y cronogramas. Además de mejor almacenamiento de materiales de construcción (Lu *et al.,* 2018). Estas condiciones hacen de la construcción modular un modelo prometedor para abordar el problema de los asentamientos para refugiados.

Cabe destacar que, en países desarrollados la construcción modular ha ganado aceptación por sus destacadas ventajas y sostenibilidad mientras que, en países en desarrollo la industria continúa aplicando métodos tradicionales (Hassan *et al*., 2025). La construcción modular permite la reducción de mano de obra y la localización de la producción en las economías nacionales (Chaillan *et al*., 2017), lo que, en el caso de un país en posguerra, presenta una oportunidad para la recuperación económica y la mejora de las condiciones de vida. Las comunidades locales, como las vecinales, pueden ser idóneas para fomentar la participación ciudadana en economías de ciclo

cerrado, influyendo en las prácticas de producción y consumo (Marchesi y Tweed, 2021).

Otra técnica de construcción sostenible que en los últimos años ha desarrollado popularidad es la construcción de casas y edificios con contenedores marítimos.

La investigación de Bowley y Mukhopadhyaya (2017), presenta el diseño de una casa pasiva sostenible y autosuficiente construida con contenedores marítimos. La vivienda genera su propia energía solar, capta y almacena agua de lluvia y trata sus aguas residuales, logrando un balance hídrico neutral. Su diseño compacto minimiza el impacto ambiental y optimiza la eficiencia energética.

Los estándares de las casas pasivas garantizan el máximo nivel de eficiencia energética y confort, mientras que su reducido tamaño reduce el uso de materiales y el impacto ambiental (Bowley y Mukhopadhyaya, 2017). Con los ejemplos mencionados anteriormente, se demuestra que las técnicas innovadoras resultan beneficiosas de manera social, ambiental y económica (Akindeinde *et al*., 2024).

Según Akindeinde *et al*. (2025) y Ayele (2024), las principales barreras para la integración de construcciones modulares y en general para las construcciones sostenibles son la falta de conocimiento. Los costos de inversión, la logística de construcción y los estándares de calidad son parte del desconocimiento que presenta la sociedad con respecto a la implementación de construcciones modulares y al uso de materiales y tecnologías sostenibles. Es por ello, que se recomienda invertir en campañas masivas de concientización por parte de los fabricantes de los materiales, sobre la importancia del uso de la tecnología en las actividades de construcción, dirigidas tanto a profesionales, partes interesadas del sector, así como a todas las personas consumidoras de los productos y servicios de la construcción.

Así como, el Grupo Mutual en Costa Rica mediante la iniciativa MIPYMES Verdes ll, con apoyo financiero del gobierno de Alemania (mediante KFW) y la Unión Europea tienen el objetivo de capacitar 200 colaboradores en temas de construcción sostenible. Por lo que, Ejecutivos, analistas, encargados de servicio al cliente, profesionales, fiscalizadores y asesores externos, como ingenieros y arquitectos fiscalizadores, serán capacitados en temas de sostenibilidad en construcción sostenible, sus beneficios económicos y financieros.

Asimismo, el programa permitirá que las micro, pequeñas y medianas empresas desarrollen una cultura orientada a la construcción amigable (Banco Centroamericano de Integración Económica, 2024).

Por último, los materiales y las técnicas alternativas en la construcción existen desde tiempos precolombinos. Los materiales de construcción sostenible reducen las emisiones de carbono, consumen menos energía y genera menor explotación de recursos. Sin embargo, para la incorporación de diferentes técnicas y materiales sostenibles es necesario generalizar y divulgar dichas prácticas en los sistemas constructivos (Gómez *et al*., 2024; Ayele 2024).

Es por ello por lo que en coherencia con el objetivo general del estudio y con el enfoque cuantitativo de alcance descriptivo adoptado, la presente investigación se orienta a responder la siguiente pregunta central:

¿Cuál es la percepción de los tomadores de decisiones en empresas constructoras y productoras de materiales en Costa Rica respecto al uso de nuevas tecnologías y materiales sostenibles, su efectividad en la reducción de impactos ambientales y las barreras que condicionan su adopción?

Esta pregunta integra tres dimensiones fundamentales del fenómeno analizado: el nivel de conocimiento, consideración e implementación de tecnologías y materiales sostenibles en el sector construcción; la valoración que realizan los actores empresariales sobre su contribución a la mitigación de impactos ambientales; y los factores internos y externos que inciden en su incorporación efectiva en los procesos constructivos.

METODOLOGÍA

Esta investigación se llevó a cabo con un enfoque cuantitativo de alcance descriptivo, con el objetivo de obtener una perspectiva general sobre el impacto y la percepción del uso de tecnologías y materiales sostenibles en la construcción en Costa Rica. El método cuantitativo busca estimar magnitudes u ocurrencias de los fenómenos y probar hipótesis, se recolectan datos numéricos y se analizan con métodos estadísticos (Hernández-Sampieri y Mendoza Torres, 2023). Según Hernández-Sampieri y Mendoza Torres (2023), los estudios de alcance

descriptivo especifican las características, grupo, procesos, miden o recolectan datos y reportan información sobre diversos conceptos, variables, aspectos o dimensiones del fenómeno o problema a investigar.

Como parte de los métodos y técnicas utilizados para la recolección, sistematización y análisis de la información se inició con la revisión de la literatura, que resulta útil para comprender conceptos clave, nutrirse de investigaciones previas y entender mejor los resultados (Hernández-Sampieri y Mendoza Torres, 2023). Para cumplir con el primer objetivo, se realizó una revisión exhaustiva de la literatura a tanto a nivel nacional como mundial sobre las prácticas ambientales de los materiales y tecnologías sostenibles en la construcción. Para ello, se utilizaron fuentes secundarias obtenidas de las bases de datos del Instituto Tecnológico de Costa Rica como EBSCOhost, Emerald, Web of Science, Scopus entre otras, así como también artículos proporcionados por Google Scholar.

La técnica implementada para la recolección de datos primarios fue el cuestionario, la cual permitió evaluar la percepción de las personas encuestadas acerca de los materiales y tecnologías sostenibles. Dicho cuestionario se aplicó a productores de materiales sostenibles y constructores que utilizaron estos materiales para sus proyectos. Además, se definió una muestra no probabilística de 26 empresas, por proximidad y conveniencia dentro del sector de la construcción; selecciona a empresas que participaron en la expo-feria de la construcción 2025 adscritas a la Camara de la Construcción y al Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos los cuales manifestaron disposición y disponibilidad para participar en el proceso de diagnóstico.

Esta decisión respondió a criterios de accesibilidad operativa por la limitación de tiempo, orientado a la intervención directa de grupos de interés. Aunque es sabido que la estrategia tiende a limitar la generalización estadística de los resultados, permite obtener información pertinente y contextualizada para la toma de decisiones en el ámbito de aplicación. (ver Tabla 1).

El cuestionario incluyó preguntas cerradas con escala de Likert que permitió tanto el análisis cualitativo como el cuantitativo. La escala de Likert se midió de 5 puntos del 1 (Totalmente de desacuerdo) a 5 (Totalmente de acuerdo).

TABLA 1. EMPRESAS MUESTRALES

Región	Empresa	Tipo de Negocio
Alajuela	GRUPO LABORO	Constructora
	CONCREPAL	Productor
Cartago	HOLCIM	Productor
	BOSQUE PLASTICO	Productor
Guanacaste	CICSA	Constructora
	ZEGRENLAB CONSTRUTION	Productor
Heredia	SUPERBLOQUE	Productor
	ARMABLOQUE	Productor
	MASTERBLOCK	Productor
Limón	SOMABACU	Constructora
	CONSTRUCTURA PAZ ALVAREZ	Constructora
	R&M CONSTRUCTORA	Constructora
	CONTRUCTORA BUEN TECHO	Constructora
	CONSTRUCTORA COVER	Constructora
	FERREMAX	Productor
Puntarenas	ARCELOMITTAL	Productor
San Carlos	ARQUIBLOCK	Productor
San José	CONSTRUTEL	Constructora
	TIERRA MADRE	Constructora
	CONSRUTEK	Constructora
	FUNCIÓN INMOBILIARIO	Constructora
	PAULA CASTILLA ESTUDIO	Constructora
	CONSTRUCTORA EDICA	Constructora
	AMERICA DEVELPMENT GROUP	Constructora
	PODESCO VERDE	Constructora
	GRUPO SUR	Productor

Fuente: elaboración propia, (2025).

Las escalas son las siguientes: Conocimiento, consideración e implementación de tecnologías y materiales sostenibles (CITM), Percepción de los tomadores de decisiones sobre el impacto ambiental derivado de la aplicación de tecnologías y materiales sostenibles (TDIA), Cómo factores externos (normativas, disponibilidad, costos y cultura sectorial) afectan o condicionan el uso de tecnologías y materiales sostenibles (FEAC), La capacidad interna de la empresa para implementar prácticas sostenibles afecta la relación entre su uso y los resultados ambientales obtenidos (CIPS). Tipo de negocio (Constructora, productora), Ubicación geográfica (Región). Como se muestra en la tabla 2.

TABLA 2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA MUESTRA

Variables	Rango	Frecuencia Total	Porcentaje
Tipo de Negocio	Constructora	15	57,69
	Productora	11	42,31
	Total	26	100,00
Ubicación Geográfica	Alajuela	2	7,69%
	Cartago	2	7,69%
	Guanacaste	2	7,69%
	Heredia	3	11,54%
	Limón	6	23,08%
	Puntarenas	1	3,85%
	San Carlos	1	3,85%
	San José	9	34,62%
	Total	26	100,00

Fuente: elaboración propia, (2025).

La recolección de datos se llevó a cabo mediante la aplicación del cuestionario a través de la plataforma Google Forms. Además, se realizaron llamadas telefónicas y visitas presenciales según la disponibilidad y características de cada empresa. El trabajo de campo se desarrolló durante los meses de mayo y junio de 2025.

Por otra parte, para el análisis estadístico de los datos descriptivos obtenidos mediante el cuestionario, se utilizó el software JASP versión 0,19 (2024), para señalar las características cualitativas y generales de las empresas bajo estudio. En el caso del análisis estadístico para los datos cuantitativos se utilizaron programas como SmartPLS-SEM y Stata que permitieron analizar los datos cuantitativos y así obtener resultados descriptivos y exploratorios. Con ello, se generaron tablas, gráficos con valores y porcentajes con su respectivo análisis a fondo.

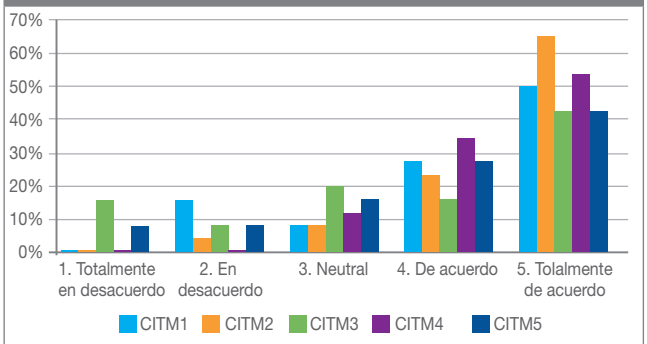
RESULTADOS

A continuación, se presentan los principales resultados obtenidos a partir del instrumento aplicado a tomadores de decisiones en empresas constructoras y productoras localizadas en distintas regiones de Costa Rica. La sección se organiza en cuatro apartados que reflejan los constructos evaluados: el conocimiento, consideración e implementación de tecnologías y materiales sostenibles; la percepción sobre su impacto ambiental; los factores externos que condicionan su uso y la capacidad interna de las empresas para adoptarlos. Los datos cuantitativos se complementan con apreciaciones cualitativas brindadas por los encuestados, permitiendo una visión más integral sobre el estado actual de la sostenibilidad del sector.

La Tabla 3 refleja una actitud general positiva hacia la sostenibilidad en la construcción, especialmente en el constructo CITM, donde la mayoría muestra acuerdo con el conocimiento e interés en tecnologías sostenibles. Sin embargo, en los constructos FEAC y CIPS se evidencia una mayor dispersión en las respuestas, lo que señala posibles dudas, limitaciones o falta de experiencia en la aplicación práctica.

Por lo que, aunque el sector reconoce la importancia del tema, aún persisten retos tanto a nivel interno como externo de las empresas que limitan su adopción efectiva. A continuación, se va a profundizar en los resultados de cada uno de los constructos.

FIGURA 1. CONOCIMIENTO, CONSIDERACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍAS Y MATERIALES SOSTENIBLES EN LA EMPRESA CONSTRUCTORA (CITM)



Fuente: elaboración propia, (2025).

La Figura 1 muestra el grado de conocimiento, consideración e implementación de tecnologías y materiales sostenibles en las empresas constructoras y productoras encuestadas. Con base al conocimiento sobre la disponibilidad de materiales y tecnologías sostenibles en el mercado, los resultados señalan que, el 50,00% de las empresas está totalmente de acuerdo y un 26,92% de acuerdo con dicha afirmación.

No obstante, se reportó 15,38% en desacuerdo y un 7,69% neutral, lo que indica que, una gran parte de las empresas tiene acceso a información, pero un segmento enfrenta limitaciones en su conocimiento técnico o en el acceso a fuentes confiables de información.

TABLA 3. FRECUENCIA Y PORCENTAJES DE LAS VARIABLES

	1. Totalmente en desacuerdo	2. En desacuerdo	3. Neutral	4. De acuerdo	5. Totalmente de acuerdo
CITM1	0,00%	15,38%	7,69%	26,92%	50,00%
CITM2	0,00%	3,85%	7,69%	23,08%	65,38%
CITM3	15,38%	7,69%	19,23%	15,38%	42,31%
CITM4	0,00%	0,00%	11,54%	34,62%	53,85%
CITM5	7,69%	7,69%	15,38%	26,92%	42,31%
TDIA1	3,85%	3,85%	23,08%	38,46%	30,77%
TDIA2	3,85%	0,00%	19,23%	50,00%	26,92%
TDIA3	3,85%	3,85%	19,23%	34,62%	38,46%
TDIA4	3,85%	23,08%	26,92%	19,23%	26,92%
TDIA5	3,85%	0,00%	26,92%	30,77%	38,46%
FEAC1	7,69%	7,69%	46,15%	34,62%	3,85%
FEAC2	15,38%	15,38%	34,62%	23,08%	11,54%
FEAC3	3,85%	3,85%	19,23%	57,69%	15,38%
FEAC4	0,00%	0,00%	7,69%	42,31%	50,00%
FEAC5	3,85%	7,69%	38,46%	34,62%	15,38%
FEAC6	11,54%	19,23%	30,77%	23,08%	15,38%
FEAC7	3,85%	15,38%	26,92%	38,46%	15,38%
FEAC8	19,23%	7,69%	42,31%	19,23%	11,54%
FEAC9	3,85%	0,00%	3,85%	46,15%	46,15%
CIPS1	7,69%	3,85%	26,92%	34,62%	26,92%
CIPS2	7,69%	3,85%	38,46%	26,92%	23,08%
CIPS3	7,69%	3,85%	46,15%	30,77%	11,54%
CIPS4	11,54%	0,00%	46,15%	23,08%	19,23%
CIPS5	19,23%	15,38%	23,08%	23,08%	19,23%

Fuente: elaboración propia, (2025).

Ahora bien, respecto a la evaluación de implementar materiales sostenibles la tendencia es muy favorable. El 65,38% de la muestra se mostró totalmente de acuerdo, y un 23,08% adicional estuvo de acuerdo. Solo un 3,85% señaló estar en desacuerdo y un 7,69% neutral. Por lo que, la mayoría de las empresas ha analizado de manera formal la posibilidad de incorporar materiales sostenibles en sus proyectos. Por lo tanto, representa un paso fundamental en la transición hacia prácticas ambientales responsables.

Por otro lado, al examinar la ejecución de inversiones en tecnologías sostenibles en los últimos años los resultados muestran una mayor dispersión. Aunque un 42,31% de las empresas se mostró totalmente de acuerdo y un 15,38% estuvo de acuerdo también se encontraron niveles considerables de neutralidad (19,23%) y desacuerdo (7,69%) e incluso un 15,38% en total desacuerdo.

Por lo que, se señala una falta de consolidación de forma homogénea en el sector en cuanto a las decisiones de inversión efectiva en tecnologías sostenibles.

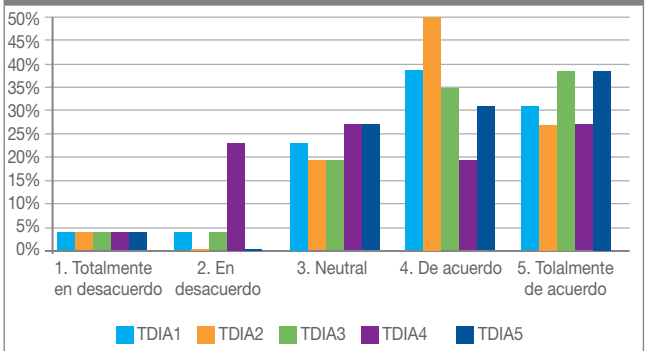
El respaldo de la alta gerencia en prácticas sostenibles es un factor clave para su implementación.

Así mismo, el 53,85% de las empresas manifestó total acuerdo y un 34,62% de acuerdo en que la alta gerencia respalda las iniciativas sostenibles. Mientras que, un 11,54% adoptó una postura neutral y no se registraron respuestas en desacuerdo. El apoyo de los niveles directivos es fundamental para la adopción y cambio organizacional requerido.

Por último, se analiza la medida en que la sostenibilidad se incorpora como criterios en la toma de decisiones técnicas o de compra. En este sentido, el 42,31% de las empresas encuestadas estuvo totalmente de acuerdo y un 26,92% de acuerdo, lo que señala una incorporación creciente en del enfoque de

sostenibilidad. Sin embargo, se evidenció un 15,38% neutral y un 15,38% en desacuerdo o total desacuerdo. Así que, en ciertos casos los criterios tradicionales de toma de decisiones técnicas y de compra prevalecen ante los criterios de sostenibilidad.

FIGURA 2. PERCEPCIÓN DE LOS TOMADORES DE DECISIONES SOBRE EL IMPACTO AMBIENTAL DERIVADO DE LA APLICACIÓN DE TECNOLOGÍAS Y MATERIALES SOSTENIBLES (TDIA)



Fuente: elaboración propia, (2025).

La Figura 2 muestra la percepción de los tomadores de decisiones sobre el impacto ambiental derivado de la aplicación de tecnologías y materiales sostenibles en las empresas constructoras y productoras muestreadas. En primer lugar, al consultar si la implementación de tecnologías sostenibles ha contribuido a una disminución medible del impacto ambiental en los proyectos un 38,46% de las empresas manifestó estar de acuerdo y un 30,77% totalmente de acuerdo. Por el contrario, un 23,08% se encuentra neutral mientras que, un 3,85% se posicionó en desacuerdo y otro 3,85% en total desacuerdo.

En relación con la reducción de residuos en obra a partir del uso de materiales sostenibles, los resultados indican un consenso más sólido. La mitad de las empresas encuestadas se mostró de acuerdo y un 26,92% totalmente de acuerdo en que el uso de materiales sostenibles ha tenido un efecto positivo. El 19,23% adoptó una postura neutral y un 3,85% indicó total desacuerdo. La falta de respuestas en desacuerdo respalda la percepción favorable hacia los materiales sostenibles para minimizar residuos en las obras constructivas.

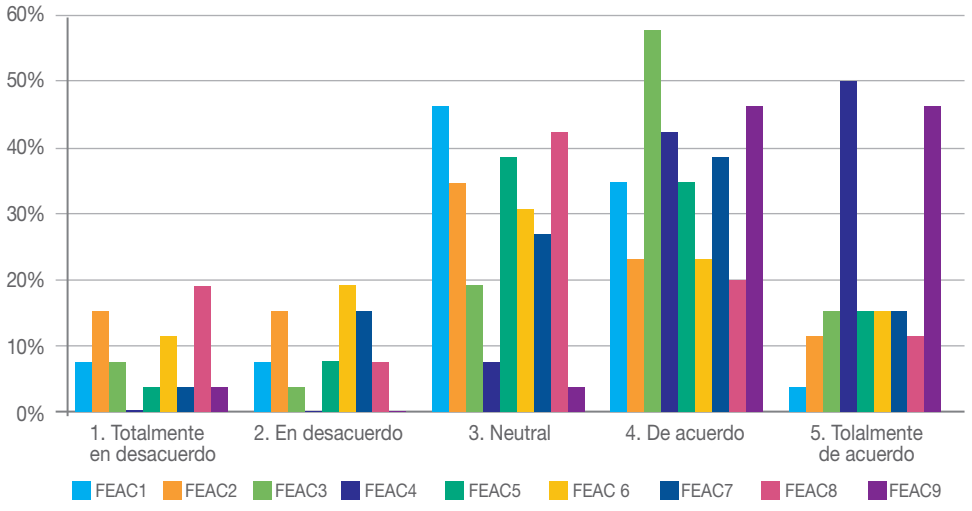
También un aspecto valorado fue la optimización del consumo energético mediante la incorporación de tecnologías sostenible. Así pues, el 38,46% de los encuestados manifestó total acuerdo y un 34,62% en acuerdo, lo que refleja una percepción positiva considerable. De otra manera, el 19,23% se mantiene neutral y un 7,7% de opiniones negativas con 3,85% total desacuerdo y un 3,85% en desacuerdo. Por lo que, pueden existir diferencias entre los niveles de implementación o en la capacidad de las empresas para medir con precisión los efectos energéticos de las tecnologías.

En cuanto a la evaluación del impacto ambiental a través de procesos de control de calidad, los resultados se distribuyen de manera más heterogénea. Un 26,92% indicó total acuerdo y un 19,23% de acuerdo mientras que, un 26,92% adoptó una posición neutral. No obstante, un 23,08% indicó estar en desacuerdo y un 3,85% en total desacuerdo. Así que, la dispersión sugiere que no todas las empresas han integrado de forma sistemática mecanismos de evaluación ambientales en sus procesos de control de calidad.

Para finalizar, acerca de la percepción de que la sostenibilidad ha mejorado la reputación de la empresa frente a clientes y autoridades un 38,46% de las empresas encuestadas se mostró totalmente de acuerdo y un 38,46% señaló estar de acuerdo. El 26,92% se mantuvo neutral mientras que, solo un 3,85% expresó total desacuerdo y no se registraron respuestas en desacuerdo. Por lo que, las prácticas sostenibles mejoran y fortalecen la imagen y reputación institucional, así como una aceptación en el entorno comercial y regulatorio.

La Figura 3 se centró en la forma en que diversos factores externos, como normativas, costos, disponibilidad y aspectos culturales del sector afectan o condicionan el uso de nuevas tecnologías y materiales sostenibles en las empresas constructoras y productoras encuestadas. Así que, acerca de las regulaciones ambientales vigentes en Costa Rica, las respuestas señalan una percepción ambivalente. Solo un 3,85% de las empresas estuvo totalmente de acuerdo y un 34,62% de acuerdo, es decir consideran que las regulaciones estimulan la adopción de prácticas sostenibles. Sin embargo, el 46,15% se mantuvo neutral y un 15,38 en desacuerdo o totalmente desacuerdo. Por tanto, los resultados señalan que, si bien existe un cierto reconocimiento del rol positivo de la normativa no es percibido como una manera unánime de guía clara para la transformación hacia la sostenibilidad.

FIGURA 3. CÓMO FACTORES EXTERNOS (NORMATIVAS, DISPONIBILIDAD, COSTOS Y CULTURA SECTORIAL) AFECTAN O CONDICIONAN EL USO DE TECNOLOGÍAS Y MATERIALES SOSTENIBLES (FEAC)



Fuente:elaboración propia, (2025).

En esta misma línea, se consultó sobre la existencia de barreras regulatorias que dificultan la implementación de soluciones sostenibles.

Un 34,62% se posicionó de manera neutral, mientras que un 23,08% estuvo de acuerdo y un 11,54% totalmente de acuerdo. Sin embargo, un 30,76% manifestó estar desacuerdo o totalmente desacuerdo lo que muestra una experiencia dividida entre empresas respecto al impacto real de los marcos regulatorios como posibles obstáculos.

En una manera más consistente se refleja al analizar si la normativa actual está suficientemente alineada con los avances tecnológicos sostenibles. El 57,69% de las empresas encuestadas afirmó estar de acuerdo en que existe un desfase normativo y un 15,38% estuvo totalmente de acuerdo. Por lo que, se percibe que las normativas no avanzan al ritmo del desarrollo sostenible. Únicamente, el 7,7% expresó desacuerdo o total desacuerdo mientras que el 19,23% se mantuvo neutral.

El costo resalta como uno de los factores más contundentes en lo que son barreras para la adopción de la sostenibilidad. Debido que el 50,00% de las empresas afirman estar totalmente de acuerdo y otro 42,31% de acuerdo. Apenas un 7,69% optó por una posición neutral y no se obtuvieron respuestas en desacuerdo ni totalmente desacuerdo. Por lo que, se evidencia que el aspecto financiero continúa siendo un obstáculo relevante para el desarrollo sostenible y principalmente en etapas tempranas de inversión.

Acerca de la disponibilidad de materiales y tecnologías sostenibles, la confianza en la cadena de suministro muestra una percepción dividida. Un 34,62% de las empresas afirmó contar con proveedores confiables y un 15,38% se mostró totalmente de acuerdo. Sin embargo, un 38,46% se mantuvo neutral y un 11,54% expresó desacuerdo o total desacuerdo. Lo que revela una oferta ilimitada o poco consolidada de soluciones sostenibles en el mercado nacional.

Otro aspecto relevante fue la percepción de riesgo financiero. El 30,77% de los encuestados adoptó una postura neutral ante la afirmación de que invertir en sostenibilidad representa un riesgo económico para la empresa mientras que un 34,62% algún grado de acuerdo. En contraste del 30,77% que estuvo en desacuerdo o total desacuerdo, mostrando un panorama dividido respecto a la percepción de estabilidad financiera que conlleva este tipo de inversiones.

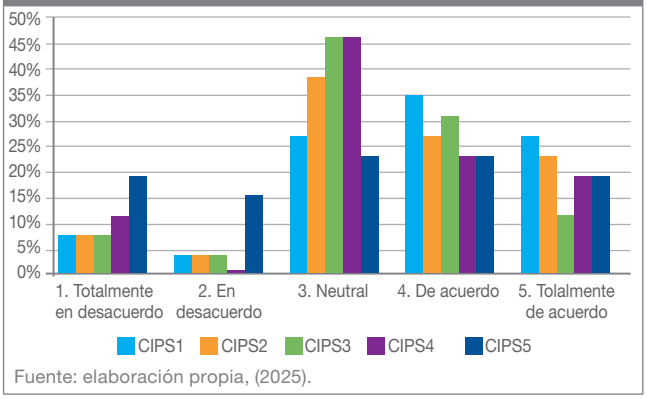
Con respecto a si las empresas que están adoptando cada vez más soluciones tecnológicas disponibles, un 38,46% se encuentra de acuerdo y un 15,38% totalmente de acuerdo. Al contrario del 26,92% se posicionó de forma neutral y un 19,23% en desacuerdo. Por lo que, si bien existe una tendencia por la innovación sostenible, aún no se percibe una práctica generalizada del sector.

En cuanto a la presión del entorno, un 42,31% se mantuvo neutral y solo un 30,77% de acuerdo o total acuerdo sobre si existe un tipo de presión por parte de clientes o inversionistas para la adopción de prácticas sostenibles. Por otro lado, un 26,92% expresó un grado de desacuerdo, entonces la demanda externa no es un factor determinante para dicha adopción.

Por último, se obtuvo resultados más que claros y contundentes acerca de si el sector de construcción debe transitar a modelos más sostenibles en corto plazo. Debido que, un 46,15% estuvo totalmente de acuerdo y otro 46,16% se posicionó en de acuerdo. Únicamente se encontró un 3,85% neutral y un 3,85% en totalmente en desacuerdo. Así que, a pesar de las posibles barreras existentes, el consenso es tajante sobre la necesidad transformación del sector hacia la sostenibilidad como objetivo en el futuro cercano.

La Figura 4 permite analizar la capacidad interna de las empresas para implementar prácticas sostenibles que afectan la relación entre su uso y los resultados ambientales obtenidos. En relación con la eficiencia de la empresa al incorporar tecnologías sostenibles un 34,62% de las empresas encuestadas afirmó estar de acuerdo y un 26,92% totalmente de acuerdo. Sin embargo, el 26,92% se posicionó neutral ante dicha afirmación y una minoría del 11,54% en desacuerdo o total desacuerdo.

FIGURA 4. CAPACIDAD INTERNA DE LA EMPRESA PARA IMPLEMENTAR PRÁCTICAS SOSTENIBLES QUE AFECTA LA RELACIÓN ENTRE SU USO Y LOS RESULTADOS AMBIENTALES OBTENIDOS (CIPS)



Fuente: elaboración propia, (2025).

Así que, aunque una gran parte de las empresas ha logrado integrar tecnologías de forma eficiente aún se encuentran desafíos operativos para la adopción completa del sector.

Por otro lado, con respecto a la capacitación del personal clave para ejecutar proyectos sostenibles, se analiza una distribución relativamente equilibrada. Un 26,92% está de acuerdo y un 23,08% está totalmente de acuerdo mientras que el 38,46% se mostró neutral. Solo 11,54% expresó algún grado desacuerdo.

En cuanto, los procesos administrativos y logísticos se clasifican como un apartado importante de oportunidad de mejora, un 30,77% manifiesta estar de acuerdo y un 11,54% estuvo totalmente de acuerdo. Sin embargo, el 46,15 se posicionó neutral mientras que un 11,54 señaló un tipo de desacuerdo. Por tanto, los procedimientos logísticos y administrativos internos de las empresas no se encuentran totalmente alineados con los requerimientos que exigen las practicas sostenibles lo que podría limitar su efectividad.

Por otro lado, de los aspectos más importantes como la rentabilidad o retornos positivos en los desarrollos sostenibles, el 23,08% de la muestra indica estar de acuerdo en que se han generado retornos positivos y el 19,23% totalmente de acuerdo. No obstante, un considerable 46,15% se posicionó neutral mientras que un 11,54% expresó total desacuerdo. El presente resultado, explica que la relación entre sostenibilidad y rentabilidad no es contundente ni uniforme para todas las empresas.

Finalmente, se consultó si las empresas cuentan con métricas o indicadores internos para evaluar su desempeño en sostenibilidad. En este caso, un 19,23% estuvo totalmente de acuerdo y otro 23,08% de acuerdo, pero un 23,08 se mantuvo neutral y un 34,61% mostró un grado de desacuerdo.

Por lo que, se señala que no todas las empresas disponen de sistemas internos suficientemente desarrollados para medir el impacto ambiental en sus proyectos.

DISCUSIÓN

Los hallazgos del estudio permiten de manera critica conocer el estado actual de la sostenibilidad en el sector de la construcción en Costa Rica, encontrando tanto avances como limitaciones en la adopción e implementación de tecnologías y materiales sostenible. Además, al comparar los resultados con

el marco teórico se coincide en varios temas importantes y también nuevos aportes que, podrían fungir como líneas futuras de investigación.

Para comenzar, el desfase entre el conocimiento e implementación es evidente en los resultados obtenidos, aunque existe un alto nivel en cuanto a conocimiento y evaluación sobre tecnologías y materiales sostenibles no se manifiesta de forma proporcional en inversión o implementación real.

Esto se podría explicar por barreras internas como capacidad técnica y costos o normativas y demanda del cliente. Aunque, como lo mencionan Ayele (2024) y Akindeinde *et al.* (2025) la falta de conocimiento y desconocimiento técnico son barreras significativas. Debido que, si bien hay empresas con un buen conocimiento otras enfrentan limitaciones en información técnica.

Por otro lado, el respaldo de la alta gerencia es clave, pero insuficiente para la adopción de estrategias como el enfoque de triple balance de equilibrio ambiental, crecimiento económico e inclusión sociocultural que exponen Vegas López-Manzanares & Guillaud (2015). Además, el personal capacitado y los procesos internos adaptados y seguimiento estructurado va más allá de solo el respaldo gerencial. Continuando con el apartado de capacitación personal, programas como MIPYMES Verdes ll del Banco Centroamericano (2024), refuerza el argumento y muestran las iniciativas recientes en el ámbito.

Ahora bien, como existe una falta de procesos internos adaptados y seguimiento estructurado, la sistematización del impacto ambiental también sufre limitaciones en muchas empresas. Debido que, no miden de forma estructurada el impacto ambiental de sus proyectos lo que no deja un registro claro sobre la evidencia concreta de los beneficios ambientales o en la mejora continua de los proyectos. En apoyo con el argumento, Cárcel-Carrasco *et al.* (2022) señala que, la adopción de materiales y prácticas que favorezcan al ambiente como respuesta a los problemas que causa la construcción tradicional al estar en sus primeras etapas es evidente que no cuenten con métricas internas claras.

Por otra parte, otro de los hallazgos fue que el uso de materiales sostenibles es decisión del cliente y depende tanto de su ética ambiental como de su capacidad económica. Morenilla (2011) destaca que, Costa Rica depende de materiales importados, lo que encarece las opciones sostenibles y repercute tanto en la inversión de la empresa o el cliente que quiera implementarlos al proyecto lo que refuerza el hallazgo obtenido. Sin embargo, aun cuando se cuente con la ética ambiental y el capital económico, el factor geográfico y técnico del proyecto puede limitar el uso de ciertas tecnologías y materiales.

Acerca de la sostenibilidad como tendencia, Badilla-López (2023) afirma que, los desafíos son cada vez más notables. Por lo que, ha crecido el interés por la sostenibilidad y su visibilidad en medios y alineación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Sin embargo, en muchos casos las empresas se aprovechan de la notoriedad, pero no profundizan en los procesos o prácticas. En la misma línea, se debe destacar como resultado de esta investigación que, si bien la sostenibilidad mejora la reputación y mejora la imagen corporativa, la presión por parte de clientes e inversionistas aún no es generalizada. Por lo que, la presión de cambio de rumbo hacia la sostenibilidad es lenta. Además, que, aunque en Costa Rica hay normativas y regulaciones, el seguimiento y las sanciones son débiles o insignificantes para las empresas que explotan o dañan los recursos naturales.

El seguimiento y presión proviene más de entes privados que del estado, por ejemplo, las certificaciones ISO de la International Organization for Standardization.

Profundizando en las barreras económicas como obstáculo, los costos iniciales son el paso más complicado en especial de las pequeñas y medianas empresas o en zonas fuera del Gran Área Metropolitana. Esto coincide con lo que exponen Cárcel-Carrasco *et al.* (2022), Saucedo-Coley *et al.* (2023), sobre que los costos iniciales son una de las mayores barreras a pesar de que los beneficios ambientales estén probados. Por otro lado, la percepción de riesgo financiero es dividida así que, refleja incertidumbre sobre los beneficios reales en este tipo de inversiones.

Por último, el marco teórico subraya el papel de la sostenibilidad en la mitigación ambiental y con base los resultados de las empresas muestreadas se encuentra una aprobación total en la urgencia a cambiar al modelo constructivo actual.

Por lo que, se confirma que Costa Rica, aunque reconocida internacionalmente por su compromiso

ambiental y ser considerado un país verde, enfrenta retos similares a los del contexto global y avanza en sintonía con las tendencias y principios establecidos por la revisión de literatura de esta investigación.

CONCLUSIONES

Para finalizar, tras el análisis detallado de los resultados y su contraste con el marco teórico, se observa que la situación del sector de la construcción en Costa Rica refleja una realidad compleja, caracterizada por avances puntuales, barreras estructurales y un comienzo hacia la transformación de la sostenibilidad. Por parte de, la relación entre los hallazgos empíricos y la literatura especializada permite no solo identificar coincidencias relevantes sino también destacar áreas críticas de mejora y proponer rutas de acción para fortalecer el movimiento constructivo nacional sostenible.

Primeramente, los datos revelan una brecha clara entre el nivel de conocimiento que tienen las empresas sobre tecnologías y materiales sostenibles y la implementación efectiva de los mismos. Aunque muchas empresas indicaron estar informadas y haber considerado estas opciones, no significa que van a adoptar dichas prácticas. Lo que, puede deberse a limitaciones técnicas, financieras o incluso culturales dentro de las organizaciones. Este retraso evidencia la necesidad de promover condiciones que faciliten la inversión como incentivos, capacitación y mejora en la disponibilidad de soluciones sostenibles en el mercado nacional por encima de una simple intención. Por ende, se requiere avanzar hacia un modelo que integre indicadores claros, personal capacitado y una cultura organizacional que equilibre el desarrollo económico, social y ambiental.

Otro hallazgo significativo es que la decisión de aplicar tecnologías o materiales sostenibles en un proyecto depende en gran medida del cliente. Ya que, la ética ambiental, el poder adquisitivo y el grado de concientización que tenga el cliente va a influir directamente en la demanda de soluciones sostenibles. Es por ello que, existe la necesidad de campañas que promuevan esta educación y que sean dirigidas al consumidor final. Además, parte de que exista también una adopción lenta de estas prácticas es la falta de presión externa por parte de los mismos clientes e inversionistas.

Por otro lado, se detecta una debilidad considerable en el desarrollo de indicadores clave internos que permitan evaluar el impacto ambiental que generan los proyectos. Lo cual, impide obtener datos e información objetiva que sustenten la mejora continua o que validen los beneficios de la sostenibilidad. Asimismo, el análisis revela que la normativa costarricense actual no es percibida como una guía estricta que contenga mecanismos de control y sanción suficientemente convincentes. Como se mencionó, las empresas expresan que, de hecho, son los entes privados los que ejercen mayor presión para adoptar estas prácticas por encima del Estado.

Aunado a lo anterior, si bien existen esfuerzos y casos aislados de empresas con una cultura sostenible más consolidada y con buenas prácticas e innovación, la mayoría de las empresas constructoras o productoras del sector apenas están iniciando esa transición. Lo que sugiere que, la sostenibilidad sigue siendo aún un elemento más asociado a la marca o reputación de la empresa que como una estrategia que realmente signifique el inicio de cambios positivos para el medio ambiente. Por ello, es que existe una oportunidad para acelerar dicho proceso con nuevas políticas, incentivos o acciones que estén orientadas a acelerar esa urgencia de cambiar el modelo o sistema constructivo actual.

Por otra parte, a partir de estos hallazgos, se identifican varias líneas futuras de investigación que pueden complementar lo desarrollado en este estudio. En primer lugar, sería pertinente explorar también la percepción y nivel de conciencia de los clientes o usuarios finales sobre el uso de materiales y tecnologías sostenibles. Ya que, su rol es determinante en la toma de decisiones de compra y diseño. En segundo lugar, se sugiere analizar de forma comparativa los productos financieros verdes ofrecidos por los bancos estatales en Costa Rica frente a los créditos tradicionales. Con el objetivo de identificar si existen verdaderas ventajas para quienes desean construir de manera sostenible y entender si facilitan la incorporación de proyectos amigables con el medio ambiente.

También se debe destacar que, para un profesional en Administración de Empresas la presente investigación ofrece insumos clave para la toma de decisiones estratégicas relacionadas a la

sostenibilidad. Además, con esto se logra identificar oportunidades de mejora en la eficiencia operativa, gestión en el cambio organizacional e incorporación de prácticas sostenibles como ventaja competitiva. Así como, ofrece criterios para alinear la cultura empresarial y los modelos de negocio con las nuevas demandas del mercado.

Como recomendaciones finales, se considera pertinente fortalecer la educación ambiental tanto a nivel empresarial como ciudadano. Con el fin de, promover el valor de construir de manera sostenible más allá de temas de marketing y esto se puede lograr a través de campañas de concientización entre otras propuestas. Asimismo, se recomienda ampliar y descentralizar los programas de capacitación técnica para empresas y trasladarlos en mayor medida a zonas rurales o regiones fuera de la Gran Área Metropolitana. Paralelamente, se tiene la urgencia también de revisar y analizar las regulaciones ambientales para que estén mayormente alineadas con el avance tecnológico y que su cumplimiento sea resguardado con sanciones más proporcionales. Finalmente, se debe fomentar la producción e innovación nacional de materiales sostenibles alternativos que permitan ser una vía para reducir costos y mejorar la viabilidad de los proyectos sostenibles en todo el país como lo pueden ser el bambú, los ladrillos ecológicos o los concretos con residuos agrícolas entre otras opciones sostenibles.

Indudablemente, el camino hacia una construcción más sostenible en Costa Rica está trazado, pero aún se necesita que haya mayor coherencia entre el conocimiento y la acción por parte de las empresas. Así como una coordinación más sólida entre los actores públicos, privados y sociales que conforman el sector constructivo nacional.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abera, Y. A. (2024). Sustainable building materials: A comprehensive study on eco-friendly alternatives for construction. *Composites & Advanced Materials*, 1-17. https://doi.org/10.1177/26349833241255957

Acosta, D. (2015, June 24). *El valor del diseño sostenible en la arquitectura*. https://entrerayas.com/el-valor-del-diseno-sostenible-en-la-arquitectura/

AKINDEINDE, A. S. *et al.* (2024). Impact of Modular Integrated Construction Indicators on Sustainable Performance Metrics in Nigeria. Construction Economics & Building, *[s. l.]*, v. 24, n. 4/5, p. 81-97, 2024. DOI 10.5130/AJCEB.v24i4/5.8865. https://researchs.tec.elogim.com/linkprocessor/plink?id=732f76a3-406a-3923-a4cf-4905297c1a30

Alpízar, M. (2018). *Construcción sostenible: Internacionalización de servicios*. Procomer. https://sistemas.procomer.go.cr/DocsSEM/Construccion%20Sostenible%20VF.pdf

Arinas, R. (2019). Economía circular: Líneas maestras de un concepto jurídico en construcción. *Revista Catalana de Dret Ambiental*, *10*. https://doi.org/10.17345/rcda2567

Ashour, L., Khattab, R., Yaghi, A., Qatamin, H. (2023). El impacto del cambio climático en los campos de refugiados: estudio de caso de Al Za'atari. En: Krüger, EL, Karunathilake, HP, Alam, T. (eds.) Ciudades inteligentes resilientes y responsables. Avances en ciencia, tecnología e innovación. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-20182-0_11

Autoridad de Edificación y Construcción. (2024). *Construcción volumétrica prefabricada y preacabada (PPVC)*. BCA. https://www1.bca.gov.sg/buildsg/productivity/design-for-manufacturing-and-assembly-dfma/prefabricated-prefinished-volumetric-construction-ppvc

Badilla-López, E. (2023). *Bambú laminado como alternativa para la construcción sostenible en Costa Rica aplicado al Laboratorio SMART E-Lab, San Carlos*. (Tesis de licenciatura, Instituto Tecnológico de Costa Rica). Repositorio TEC. https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/15242

Banco Centroamericano de Integración Económica. (2024). *Con el apoyo del BCIE, la Unión Europea y el Gobierno de Alemania se impulsará la construcción sostenible en Costa Rica*. https://www.bcie.org/novedades/noticias/articulo/con-el-apoyo-del-bcie-la-union-europea-y-el-gobierno-de-alemania-se-impulsara-la-construccion-sostenible-en-costa-rica

Bowley, W., & Mukhopadhyaya, P. (2017). A Sustainable Design for an Off-Grid Passive Container House. *International Review of Applied Sciences & Engineering*, *8*(2), 145-152. https://doi.org/10.1556/1848.2017.8.2.7

Brady, L., & Abdellatif, M. (2017). Assessment of energy consumption in existing buildings. *Energy and Buildings*, *149*, 142-150. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.05.051

Cárcel-Carrasco, J., Martínez-Corral, A., Llinares, J., y Kaur, J. (2022). Alternativas ecológicas de los materiales tradicionales en la construcción sostenible. 3C Tecnología. *Glosas de innovación aplicadas a la pyme*, 11(1), 17-29. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8360465

Chabi, E., Doko, V. K., & Adjovi, E. C. (2024). Eco-friendly building materials: full-scale replacement of mineral aggregates with rice husk. *Discover Materials*, *4*(1), 1-11. https://doi.org/10.1007/s43939-024-00075-9

Chaillan, G., Condon, P., Poirriez, C. y Wu, S. (2017). Un enfoque de proceso de fabricación para la construcción: Diseño y aplicación de un sistema compuesto para edificios modulares. En el Simposio IABSE: Ingeniería del Futuro, Vancouver, Canadá, 21-23 de septiembre de 2017 (pp. 2635-2641). https://structurae.net/en/literature/conference-paper/manufacturing-process-approach-to-construction-design-and-application-of-a-composite-system-for-modular-buildings

Chen, C. (2023). Ventajas y barreras del método de construcción modular en la construcción de edificios. Actas de la Institución de Ingenieros Civiles -Infraestructura y Construcción Inteligente, 176 (2), 75-84. https://www.emerald.com/jsmic/article-abstract/176/2/75/441959/Advantages-and-barriers-of-modular-construction?redirectedFrom=fulltext

Chougule, A. B., & Chothe, O. (2022). Review of time and cost analysis for Prefabricated Prefinished Volumetric Construction (PPVC). In Recent Advances in Structural Engineering and Construction Management: Select Proceedings of ICSMC 2021 (pp. 937-949). Singapore: Springer Nature Singapore. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-19-4040-8_76

Díaz, R. (2022). Construcciones sostenibles crecieron a un ritmo de 25% anual en Costa Rica. *El observador.* https://observador.cr/construcciones-sostenibles-crecieron-a-un-ritmo-de-25-anual-en-costa-rica/

European Commission. (2020). *EU Biodiversity Strategy for 2030*. European Commission https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/qanda_20_886

Gan, V. J. L., Lo, I. M. C., Ma, J., Tse, K. T., Cheng, J. C. P., & Chan, C. M. (2020). *Simulation optimisation towards energy efficient green buildings: Current status and future trends. Journal of Cleaner Production*, *254*. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120012

Gilabert Sanz, S., Oliver Villanueva, J.-V., Monleón Doménech, M., Alonso Durá, A., & Ruiz Ramírez, S. (2024). Metodología y propuesta para la rehabilitación sostenible y de bajo impacto ambiental del patrimonio rural. *EGA Revista de Expresión Gráfica Arquitectónica*, *29*(51), 82-103. https://doi.org/10.4995/ega.2024.20100

Gómez, P. J. R., Pinoargote, G. E. M., Yero, A. M. G., Riverón, G. C., Rebolledo, W. J. G., & Gómez, J. A. R. (2024). Sustainable Habitat Management in the Ecuadorian Coastal Region From Local Development. *Revista de Gestão Social e Ambiental*, *18*(10), e08996. https://doi.org/10.24857/rgsa.v18n10-092

Hassan Ali, A., Farouk Kineber, A., Elshaboury, N., Arashpour, M., & Osama Daoud, A. (2025). Analysing multifaceted barriers to modular construction in sustainable building projects: a comprehensive evaluation using multi-criteria decision making. *International Journal of Construction Management*, *25*(1), 1-17. https://doi.org/10.1080/15623599.2023.2299557

Hernández-Sampieri, R., Mendoza Torres, C. P. (2023). *Metodología de la Investigación*. McGraw-Hill Interamericana. https://ebooks724.tec.elogim.com:443/?il=31455

Lu, W., Chen, K., Xue, F., & Pan, W. (2018). Searching for an optimal level of prefabrication in construction: An analytical framework. Journal of Cleaner Production, 201, 236-245. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652618323084

Marchesi, M., & Tweed, C. (2021). Social innovation for a circular economy in social housing. *Sustainable Cities and Society*, *71*. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2210670721002110

Saucedo-Coley, M. A., Rios, C., & Díaz-Ramírez, G. A. (2023). Efecto de relaves mineros, cáscaras de yuca y desechos de cáscara de arroz en el desempeño y durabilidad de los ladrillos cocidos. *Bistua Revista de la Facultad de Ciencias Basicas*, *21*(1), 41-53. https://doi.org/10.24054/bistua.v21i1.2334

Vegas López-Manzanares, F., & Guillaud, H. (2015).*VerSus project: Lessons from vernacular heritage for sustainable architecture*. https://www.researchgate.net/publication/280820013_VerSus_project_Lessons_from_vernacular_heritage_for_sustainable_architecture

ANEXOS

ANEXO 1. CUESTIONARIO
Constructos
Conocimiento, consideración e implementación de tecnologías y materiales sostenibles en la empresa constructora (CITM)
Percepción de los tomadores de decisiones sobre el impacto ambiental derivado de la aplicación de tecnologías y materiales sostenibles (TDIA)
Cómo factores externos (normativas, disponibilidad, costos y cultura sectorial) afectan o condicionan el uso de tecnologías y materiales sostenibles (FEAC)
Capacidad interna de la empresa para implementar prácticas sostenibles afecta la relación entre su uso y los resultados ambientales obtenidos (CIPS)
Fuente: elaboración propia, (2025).

ANEXO 2. ÍTEMS
Ítems específicos del cuestionario
CITM1. La empresa conoce qué materiales y tecnologías sostenibles están disponibles actualmente en el mercado.
CITM 2. En la empresa se ha considerado o evaluado la posibilidad de implementar materiales sostenibles.
CITM 3. Se han realizado inversiones en tecnologías sostenibles en los últimos años.
CITM 4. La alta gerencia respalda la incorporación de prácticas sostenibles en los proyectos constructivos.
CITM 5. La sostenibilidad es un criterio considerado en la toma de decisiones técnicas o de compra.
TDIA1. La implementación de tecnologías sostenibles ha contribuido a una disminución medible del impacto ambiental de los proyectos.
TDIA2. El uso de materiales sostenibles ha reducido la generación de residuos en obra.
TDIA 3. Se ha logrado optimizar el consumo energético gracias a la incorporación de tecnologías sostenibles.
TDIA 4. La empresa evalúa el impacto ambiental de sus proyectos como parte del proceso de control de calidad.
TDIA 5. La sostenibilidad ha mejorado la reputación o imagen de la empresa ante clientes y autoridades.
FEAC1. Las regulaciones ambientales vigentes en Costa Rica estimulan efectivamente la adopción de prácticas sostenibles.
FEAC 2. La empresa ha enfrentado barreras regulatorias para implementar soluciones sostenibles.
FEAC 3. La normativa actual no está suficientemente alineada con los avances tecnológicos sostenibles.
FEAC 4. Los costos iniciales de materiales sostenibles son una barrera significativa para su adopción.
FEAC 5. La empresa cuenta con proveedores confiables de materiales y tecnologías sostenibles.
FEAC 6. La inversión en sostenibilidad representa un riesgo financiero para la empresa.
FEAC 7. Las empresas del sector están adoptando cada vez más soluciones tecnológicas sostenibles.
FEAC 8. Existe presión por parte de clientes o inversionistas para adoptar prácticas sostenibles.
FEAC 9. La empresa considera que el sector construcción debe transitar hacia modelos más sostenibles en el corto plazo
CIPS1. La empresa ha logrado implementar tecnologías sostenibles de forma eficiente.
CIPS 2. El personal clave está capacitado para ejecutar proyectos con enfoque sostenible.
CIPS 3. Los procesos administrativos y logísticos de la empresa facilitan la incorporación de prácticas sostenibles.
CIPS 4. La implementación de prácticas sostenibles ha resultado rentable o ha generado retornos positivos.
CIPS 5. Existen métricas o indicadores internos para evaluar el desempeño en sostenibilidad.
Fuente: elaboración propia, (2025).