

MONOGRAFÍA

REVISIÓN TEÓRICA DE LAS ESTRATEGIAS Y MECANISMOS AMBIENTALES EN LA
INGENIERÍA CIVIL EN COLOMBIA CON FIN DE REDUCCIÓN DEL IMPACTO MEDIO
AMBIENTAL DESDE EL AÑO 2010



Por:

JOSÉ ANDRÉS VARGAS GONZÁLEZ



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

VILLAVICENCIO

2022

MONOGRAFÍA

REVISIÓN TEÓRICA DE LAS ESTRATEGIAS Y MECANISMOS AMBIENTALES EN LA
INGENIERÍA CIVIL EN COLOMBIA CON FIN DE REDUCCIÓN DEL IMPACTO MEDIO
AMBIENTAL DESDE EL AÑO 2010



Por:

JOSÉ ANDRÉS VARGAS GONZÁLEZ

Documento final presentado como opción de grado para optar al título profesional de Ingeniero
civil

Aprobado por:

Ing. Mg. GERMÁN ERNESTO CHICANGANA MONTÓN

Director

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
VILLAVICENCIO

2022

Autoridades académicas

P. José Gabriel MESA ANGULO, O. P.

Rector General

P. Eduardo GONZÁLEZ GIL, O. P.

Vicerrector Académico General

P. José Antonio BALAGUERA CEPEDA, O.P.

Rector Sede Villavicencio

P. Rodrigo GARCÍA JARA, O.P.

Vicerrector Académico Sede Villavicencio

Mg. JULIETH ANDREA SIERRA TOBÓN

Secretaria de División Sede Villavicencio

Ing. LUIS FERNANDO DIAZ CRUZ

Decano Facultad de Ingeniería Civil

Agradecimientos

Agradezco a la vida y a Dios por permitirme culminar cada objetivo que me he propuesto inicialmente, también a mi familia que siempre me han apoyado desde la distancia, a la vida por enseñarme el esfuerzo de cada logro por más mínimo que parezca y cada persona que hizo parte de este proceso.

A mi universidad, mis docentes y compañeros que hacen parte de una de las épocas más maravillosas de la vida, la academia y la motivación de cada día querer ser mejor.

Tabla de contenido

Resumen	9
Abstract.....	11
1. Introducción.....	13
2. Planteamiento del problema	14
3. Objetivos.....	15
3.1 Objetivo general	15
3.2 Objetivos específicos.....	15
4. Justificación	16
5. Metodología.....	17
6. Marco de referencia	19
6.1 Estado del arte	19
7. Marco normativo	26
7.1 Sello ambiental colombiano	27
7.2 Sello ambiental colombiano para edificaciones sostenibles.....	27
8. Construcción sostenible	28
8.1 Construcción sostenible.....	28
8.2 Características de una construcción sostenible.....	29
8.3 Ventajas de construcciones sostenibles	30

8.4	Sellos de certificación en el mundo.....	31
8.5	Edificaciones sostenibles	32
8.6	Materiales sostenibles.....	33
8.7	Construcción sostenible en Colombia	33
8.8	Construcciones en Colombia Sostenibles o con Certificaciones.....	35
8.9	Retos que enfrentan las construcciones sostenibles en Colombia.....	39
9.	Conclusiones.....	40
10.	Referencias	42

Lista de figuras

Figura 1. Tecnologías Sostenibles	20
Figura 2. Afectaciones que se deben mitigar.	25
Figura 3. Elementos claves para el desarrollo de una edificación sostenible.	28
Figura 4. Características de vivienda sostenible.	29
Figura 5. Ventajas de construcciones sostenibles.	30

Lista de tablas

Tabla 1. Metodología	17
Tabla 2. Energía solar.	21
Tabla 3. Materiales tecnológicos.	22
Tabla 4. Aparatos inteligentes.....	22
Tabla 5. Tecnologías aplicadas a la ingeniería civil.	24
Tabla 6. Sellos de Certificación Sostenible.	31
Tabla 7. Beneficios de Programas Sostenibles.	35
Tabla 8. Construcciones sostenibles en Colombia.....	36
Tabla 9. Retos esperados en las construcciones Sostenibles en Colombia.....	39

Resumen

Las construcciones a lo largo de la historia demuestran cómo son un factor en el desarrollo humano, sin embargo, su deterioro o impacto al medio también lo es, razón por la cual la necesidad de identificar que estrategias y mecanismos hacen los diferentes actores como gobierno, instituciones privadas e internacionales para promover y reducir el impacto al medio ambiente.

En esta monografía se identifican los principales problemas que implican las construcciones y cualquier cambio que se le genere al medio ambiente por pequeño o simple que se le considere. De acuerdo a eso, se describen mecanismos legales que permiten la regulación y el control referente al tema ambiental, puntualmente a la política nacional de construcción sostenible en la ley 210 de 2016, al igual que el decreto 1285 del 2015 donde se complementan los lineamientos de construcciones con optima responsabilidad social y ambiental.

Por otra parte, se contextualiza y diagnostica las construcciones sostenibles mediante el Consejo Colombiano de la Construcción Sostenible quien ofrece no solo acompañamiento, y supervisión de construcciones sostenibles otorga certificaciones y premios, de los cuales, mediante entidades internacionales, se adoptan para el territorio colombiano ciertas estrategias que no solo reducen el impacto ambiental, sino que pretenden influenciar en la conciencia de la optimización de los recursos. Se logra apreciar las ventajas y beneficios que tienen las construcciones como reducción de costos a largo plazo o en la etapa de operación principalmente, pero es un mecanismo empleable a cualquier fase (diseño, construcción, operación y/o mantenimiento)

Finalmente, se identifican ciertas construcciones que han obtenido premios o certificaciones de sostenibilidad y que gracias a sus adaptaciones han influenciado positivamente frente a las demás construcciones y sobre todo al medio ambiente, logrando identificar que

principalmente las construcciones le apuntan al ahorro energético y de agua. Sin embargo, también aquellas que, mediante sus materiales de construcción, emplean el reciclaje y uso consciente de los mismos. La calidad de los usuarios y la importante relación y equilibrio entre eficiencia, confort, calidad humana, y responsabilidad ambiental.

Palabra clave: *Sostenibilidad, Impacto ambiental, Estrategias, Responsabilidad Social, Construcciones Verdes.*

Abstract

Constructions throughout history demonstrate how they are a factor in human development, however, their deterioration or impact on the environment is also a factor, which is why the need to identify what strategies and mechanisms are used by different actors such as government, private and international institutions to promote and reduce the impact on the environment.

The monograph identifies the main problems that constructions imply and any change that is generated to the environment, no matter how small or simple it is considered, according to that, legal mechanisms that allow regulation and control regarding the subject are described. environmental, punctually to the national policy of sustainable construction in law 210 of 2016, as well as decree 1285 of 2015 where the construction guidelines with optimal social and environmental responsibility are complemented.

On the other hand, sustainable constructions are contextualized and diagnosed through the Colombian Council for Sustainable Construction, which offers not only accompaniment, and supervision of sustainable constructions, grants certifications and awards, of which certain strategies are adopted for the Colombian territory through international entities. that not only reduce the environmental impact but also intend to influence the awareness of the optimization of resources. The advantages and benefits of constructions such as long-term cost reduction or mainly in the operation stage are appreciated, but it is a mechanism that can be used at any stage (design, construction, operation and/or maintenance)

Finally, certain constructions that have obtained awards or sustainability certifications are identified and that, thanks to their adoptions, have positively influenced other constructions and, above all, the environment. Achieving to identify that mainly the constructions point to energy

and water savings. However, also those that, through their construction materials, employ recycling and conscious use of them. The quality of users and the important relationship and balance between efficiency, comfort, human quality, and environmental responsibility.

Keywords: *Sustainability, environmental impact, strategies, social responsibility, green constructions.*

1. Introducción

Identificar mecanismos y estrategias que permitan reducir el cambio climático y el impacto hacia el medio ambiente son temas que la construcción busca implementar cada vez en mayor magnitud, pues además de dar desarrollo es responsable de la transformación del entorno, y además del uso inadecuado de recursos en algunas ocasiones, pues cada construcción genera una huella sobre el planeta.

De acuerdo con el Consejo Colombiano de Construcción Sostenible (2012) el sector de oficinas consume el 40% de energía, 30% de emisiones de CO₂, 40% de desperdicios y 20% de agua potable a nivel mundial, y es que, a través de pequeños cambios se lograrían generar grandes resultados no solo hacia al medio ambiente sino a nivel financiero.

La política actual, propone estrategias que incluyen el crecimiento económico a través de alianzas público-privadas para construcciones sostenibles que en trabajo conjunto con la normativa pretenden incentivar la implementación de las mismas. Colombia a pesar de no ser considerado un ente contaminante de gran magnitud con respecto a otros de Latinoamérica, está cada vez más consciente del daño que ha realizado, pero también es de destacar que posee gran potencial en cuanto a construcciones verdes.

Para desarrollar la monografía se tuvo en cuenta los mecanismos y estrategias que realiza el país y el sector de la construcción para el beneficio del medio ambiente a través de construcciones sostenibles, la importancia, normativa e incentivo que tiene cada una de estas; obteniendo como resultado los diferentes mecanismos y estrategias que se implementan en Colombia a través de la identificación de programas y edificaciones que cuentan con algunos sellos o reconocimientos desde el año 2010.

2. Planteamiento del problema

La ingeniería civil es una de las ramas que más genera impactos nocivos en el ambiente, esto sumado a la ausencia de conciencia en las obras de construcción que sucede en algunos casos (González, 2017).

De modo que la conservación del medio ambiente es responsabilidad de todos, y en el campo de la ingeniería se debe enfatizar y priorizar la disminución de impactos ambientales sin dejar de lado su objetivo principal, que es el desarrollo social y económico a través de construcciones civiles.

En los últimos años en América latina son cada vez más los países que adoptan estrategias sustentables en las edificaciones, siendo Colombia uno de estos, pero es necesario aprender a identificar qué tipo de construcciones, tecnologías y ciudades aplican este tipo de conceptos, aprovechados del boom de construcciones bio amigables, y no solo basarse en el uso de tecnologías sino también en la reducción de materiales nocivos (Lizcano, 2017).

Conforme a González (2017) Colombia está catalogado como el cuarto país en construcciones sostenibles en América Latina, teniendo un nivel de contaminación más bajo en comparación con los demás, se sigue observando en su gran mayoría que las nuevas aplicaciones solo se dan a partir de la academia, pero en cuanto a la legislación y en la práctica no van con el mismo avance según (Porrás D. y Díaz E, 2015)

De acuerdo a lo anteriormente descrito, se propone la siguiente pregunta problema en este trabajo:

¿Desde una revisión teórica, que aportes han tenido en la reducción del impacto ambiental las tecnologías sustentables aplicadas a proyectos de ingeniería civil en el periodo comprendido entre el 2010 y el 2022?

3. Objetivos

3.1 Objetivo general

Recopilar e identificar los principales aportes que ha tenido el uso de nuevas tecnologías y la sostenibilidad para la reducción del impacto ambiental en la ingeniería civil a partir del 2010 hasta la actualidad en Colombia mediante una revisión teórica.

3.2 Objetivos específicos

- Definir conceptos de sostenibilidad, nuevas tecnologías, responsabilidad social desde un contexto de ingeniería civil, así como conocer legislación vigente en Colombia.
- Describir nuevas tecnologías sustentables, su aporte a la mitigación del impacto ambiental, a la mejora de la calidad de vida y la protección del medio ambiente.
- Identificar aportes tecnológicos sustentables aplicados a edificaciones en Colombia.

4. Justificación

Según Mandua (2019) la ingeniería civil, la tecnología, la responsabilidad social, el medio ambiente, son conceptos que se relacionan cada vez más, la aplicación de estos en procesos de diseño asistido por computadores, programación, planeación, dirección y construcción misma, es necesaria para lograr así innovar en todo término de construcciones civiles. La industria de la construcción en Colombia ha intentado constantemente evolucionar en proyectos bioclimáticos y en aplicación de compromisos internacionales ambientales en el país.

Sin embargo, viendo como los recursos ambientales son más limitados y como el planeta va en decadencia, es cuando el sector de la construcción empieza a entender que las nuevas tecnologías no solo reducen el consumo de electricidad, agua, e incluso los mismos materiales de construcción si no que con ello se evidencia un mejoramiento en el costo, en la preservación de ecosistemas, en la reducción de CO₂, genera beneficios para la salud y la comunidad en general según Estévez R. (2015), y es por eso, que entidades nacionales e internacionales cada vez desarrollan proyectos comprometidos con el medio ambiente, ya que se basan en que “Un edificio sostenible es un edificio mejor construido porque es más rentable, eficiente y duradero” (BBVA, 2021).

De acuerdo con lo anterior, es necesario adquirir responsabilidad ambiental individual y colectiva, por ello la monografía pretende de manera descriptiva no solo contextualizar, sino además definir y actualizar los aportes en materia de construcción sostenible y sus avances tecnológicos en Colombia desde el 2010.

5. Metodología

La metodología que se plantea para el desarrollo es de carácter cualitativa, de manera que se centra en datos descriptivos, así como en identificar los aportes que ha tenido el uso de nuevas tecnologías y la sostenibilidad para la reducción del impacto ambiental en la ingeniería civil a partir del 2010 hasta la actualidad en Colombia mediante una revisión teórica.

Con esto se plantean tres etapas:

- Recolección de información: revisión y organización de fuentes bibliográficas referente al tema.
- Organización y definición de los diferentes conceptos importantes.
- Descripción: realización de la monografía cumpliendo con los objetivos, pregunta problema y generación de conclusiones.

Tabla 1. Metodología

Objetivo	Actividad	Descripción	Actores
Definir conceptos de sostenibilidad, nuevas tecnologías, responsabilidad social desde un contexto de ingeniería civil, así como conocer legislación vigente en Colombia.	Recopilación y organización de información, datos y normativa.	Se espera recolectar y analizar la información regente a las nuevas tecnologías, la sustentabilidad desde un punto de vista de la ingeniería civil y además identificar como se encuentra la legislación colombiana en estos temas.	Autor Internet Documentos oficiales, normas, trabajos de grado, artículos de investigación.

Tabla 1. Continuación

Objetivo	Actividad	Descripción	Actores
Describir aportes que tiene la aplicación de nuevas tecnologías sustentables con el fin de mitigar el impacto ambiental sobre construcciones sostenibles en cuanto a costos operativos, calidad de vida, protección del medio ambiente y productividad laboral.	Análisis de metodologías y aportes.	Clasificación de los aportes que tiene la tecnología en la sostenibilidad, además de ver la magnitud de estas en el impacto que tienen con el medio ambiente y la sociedad.	Autor Internet Documentos oficiales, normas, trabajos de grado, artículos de investigación.
Identificar aportes tecnológicos sustentables aplicados a edificaciones en Colombia.	Clasificación y caracterización de los aportes	Aplicaciones reales y tangibles más allá de los presentados por la academia, en Colombia desde el 2010 hasta la actualidad.	Autor Internet Documentos oficiales, normas, trabajos de grado, artículos de investigación.

6. Marco de referencia

6.1 Estado del arte

Según Mandua (2019), La industria de la ingeniería civil y las construcciones sostenibles a nivel mundial es liderada por países como: Inglaterra, Japón, Alemania, Estados Unidos, China y Holanda sin embargo, es en Egipto hace 120 años que nace Hassan Fathty, primer arquitecto que intentó aplicar técnicas tradicionales y con materiales naturales con el fin de tener una relación más tolerante y amigable con el medio ambiente, en cuanto a los materiales que utilizaba se encuentran el adobe, las arcillas y arena que al ser secada al sol junto con paja lograba crear estructuras fuertes, y que con sus uniones generaban aislamiento térmico, incluyó también captadores de aire, reguladores de luz natural y fuentes que humedecían las paredes y por ende, persistía el frescor durante el día y la noche, todo lo anterior unido con su imaginación el resultado era una edificación sostenible y moderna para su época (Arquitectura Sostenible, 2021).

En cuanto a Colombia y sus avances en el tema se han dado de manera progresiva, ya que es hasta el año 2008 que se registran en el país los primeros 3 proyectos LEED, y hasta el 2010 se adquieren las primeras certificaciones en el país, y se incorporan nuevas certificaciones como EDGE y HQE a nivel internacional, y se estrena a nivel nacional la certificación ambiental llamada Casa Colombia que solo era permitida para ser aplicada a proyectos de vivienda (CCCS, 2021).

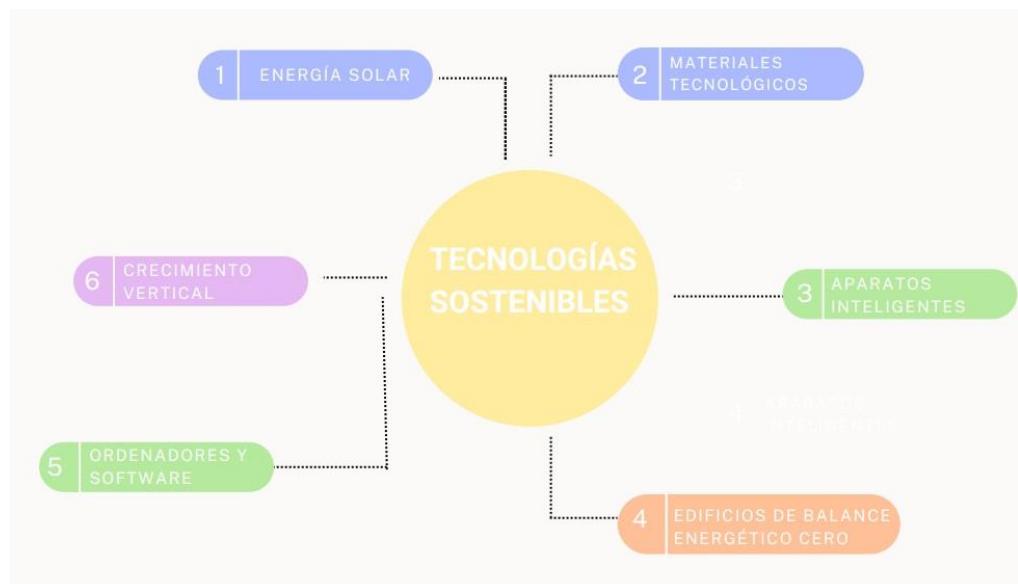
Desde el año 2010 el crecimiento de este tipo de estructuras ha sido lento, no es hasta el año 2016 que al cambiar la versión y los requisitos de la certificación LEED se logró incentivar a las empresas constructoras, para el año 2018 se presenta un aumento de inscripciones de proyectos hasta el año 2020 que a causa de la pandemia disminuyen estas

cifras.

De acuerdo con BBVA (2021) en la actualidad, la forma en la que se construye ha generado que el sector sea el responsable del 38% de las emisiones de CO₂ y de utilizar el 35% de la energía a nivel global. Se espera que con cada avance en tecnología y métodos de construcción sostenibles se disminuyan estos porcentajes y se alcance un nivel de vida más respetuoso entre el medio ambiente y las personas.

Por ende, es necesario la aplicación de nuevas tecnologías y técnicas que con su aporte disminuya impactos en el ambiente a la hora de desarrollar proyectos de construcción, es así que en este proyecto investigativo se reúnen 6 de las más aplicadas a nivel nacional e internacional:

Figura 1. Tecnologías Sostenibles



- Energía solar

La energía solar es la transformación de la energía solar a energía eléctrica, se ha catalogado como una de las energías más limpias, renovables y eficientes, se dividen en 2 tipos, la energía solar pasiva y la energía solar activa:

Tabla 2. Energía solar.

TECNOLOGÍA	AUTOR	DESCRIPCIÓN
ENERGÍA SOLAR ACTIVA		
Esta energía solar es aprovechada para suplir una necesidad por medio de paneles fotovoltaicos convirtiendo luz en electricidad.		
CALEFACCIÓN Colector solar aislado	Horace-Bénédict de Saussure (1740-1799)	Conversión de energía mediante sistema activo con un colector solar aislado unido a una bomba de calor
CALENTAMIENTO DE AGUA Colector solar	William J. Bailey (1909)	Sistema que transforma energía solar en calor, almacenado en tanques de agua, usualmente para uso doméstico.
COCINA SOLAR (Cocinas parabólicas, Hornos solares)	Auguste Mouchot (1861)	Proceso en el que se cocinan alimentos con el calor de la luz solar.
ENERGÍA SOLAR PASIVA		
Proceso en el que se aprovecha el calor y la luz solar sin usar sistemas mecánicos activos		
Este sistema usa la geometría y orientación para construir los edificios, así aprovechar la luz solar, se tiene en cuenta en este proceso las ventanas, paredes y techo.		

Nota. Tomado y modificado de Foisa (2022).

- **Materiales tecnológicos**

Los materiales tecnológicos es una apuesta hacia la innovación en construcción sostenible y la recuperación ambiental, a continuación, se presentan algunas de las tecnologías más usadas a nivel mundial:

Tabla 3. Materiales tecnológicos.

TECNOLOGÍA	AUTOR	DESCRIPCIÓN
PINTURA INTELIGENTE	Mohamed Saafi y David McGahon	Producto hecho con nanotecnología que sirve para detectar daños estructurales antes de que ocurra una falla.
CEMENTO TERMOCRÓMICO	Dra. Gloria Pérez	Ésta cubierta cambia de color dependiendo de la temperatura exterior , con el fin de generar un ambiente interior confortable.
HORMIGÓN AUTORREPARABLE	Dra. En ciencias químicas del IETcc Ana Guerrero.	Está compuesto por micro cápsulas hechas para auto repararse en caso de fisuras internas y así multiplicar su ciclo de vida.
HORMIGÓN TRANSLUCIDO	Ing. Joel Sosa, Ing. Sergio Omar Galván	Este material esta creado a partir de la combinación de hormigón clásico con fibra de vidrio que sirve para garantizar luz natural y ahorro energético.
CRISTAL ELECTROCRÓMICO	Michael Gratzel, Donald Fitzmaurice	Es un material que está compuesto por una serie de capas ultra finas de cerámica que al ser sometido a determinada cantidad de energía modifica la luz y calor de una estructura.

NOTA: Tomado y modificado de (MVC.Blog, 2021)

- Aparatos Inteligentes

Tabla 4. Aparatos inteligentes.

TECNOLOGÍA	AUTOR	DESCRIPCIÓN
Lavadora y secadora EcoTub	Beko plc	Son hechas con residuos plásticos que se transformaron para crear estos electrodomésticos, se recicló aproximadamente 60 botellas Pet de 0,5L.
Horno EcoFiber	Beko plc	Está creado a partir de desechos de hilo de pesca e hilo industrial.
Secadora GreenDry	Beko plc	Se creó a partir de plástico reciclado, hasta el momento se han reciclado 2.420 Toneladas durante los últimos 2 años.
Frigorífico BioCycle	Beko plc	Está compuesto de residuos de cáscara de huevo, residuos del almidón de maíz y la caña de azúcar.
Lavavajillas AutoDose	Beko plc	Tiene un sistema de dosificación automática de detergente y del ciclo de lavado.

NOTA: Electrodomésticos que ahorren energía y sean autosuficientes. Tomada y modificada El Mundo Ecológico (2021).

- Edificios de balance energético cero (Net ZEB)

Estos tipos de edificios son de un nivel alto de eficiencia energética, están contruidos para que la poca cantidad de energía que requiera para su funcionamiento se extraiga de energías renovables, su balance energético se analiza de forma anual y sus valores deben ser inferiores a 60kWh/m² (Inarquia, 2020).

- Crecimiento vertical de ciudades

Es notorio como las ciudades ya no se expanden horizontalmente, sino verticalmente, esto desde el punto de vista sustentable no solo busca reducir el impacto del ambiente en la invasión a la naturaleza si no reducción de cobertura de servicios públicos y red de transporte público. Es uno de los modelos más eficientes para permanecer en el planeta sin que ocurra alguna afectación grave, gracias a que contribuye no solo en la disminución de la contaminación en hasta un 90% de emisiones

contaminantes, sino también, en la reducción significativa en el uso de recursos, así como también aporta una infraestructura más moderna y duradera (NeoArquitectos, 2017).

- Ordenadores y software

Las nuevas tecnologías han aportado al campo de la ingeniería civil de manera significativa con la invención de diferentes softwares que facilitan el proceso de cálculo para medir resistencia, peso, deformaciones, así como también decidir el tipo de material, grosores de columnas, cantidades de varillas, vigas, etc (Mandua, 2019). Dos ejemplos de estos, son:

Tabla 5. Tecnologías aplicadas a la ingeniería civil.

TECNOLOGÍA	AUTOR	DESCRIPCIÓN
ETABS	CSI (Computers and Structures)	Sirve para modelar y visualizar objetos 3D, realiza análisis lineales y no lineales, dimensiona, genera gráficos, informes y diseños esquemáticos.
SAP2000	CSI (Computers and Structures)	Sirve para realizar modelación, análisis y dimensionamiento de estructuras.

NOTA: Tomado y modificado de (CSI, 2022).

Además, existen diferentes métodos y estrategias en áreas como la topografía, cálculo de materiales y levantamiento de suelo, un ejemplo de estos son los drones, que no solo agilizan en procesos constructivos, sino también permiten minimizar los daños que se generan a causa de la exploración.

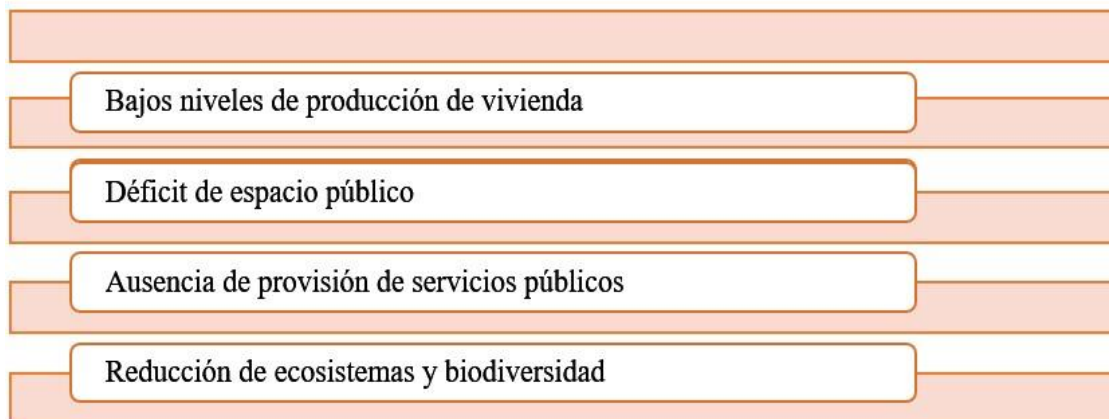
Por otra parte, las estructuras verticales y construcciones sustentables llegan a generar efectos positivos importantes como la reducción del 30% de energía, entre el 30% y el 50% de ahorro de agua, 50% y 90% de reducción de costos de desechos, así como una reducción de los costos operativos, de acuerdo al Consejo Colombiano de Construcción Sostenible (2014).

Es importante saber que de acuerdo al Ministerio de Ambiente en Colombia (2014) el 38% de las construcciones se planean, diseñan, se construyen o se mejoran a partir del concepto de la sustentabilidad, estas se evalúan a partir de certificaciones que van desde diseño de construcción, interiores, operación y mantenimiento de vivienda entre otros, (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2013).

Según HOW2GO (2022) la industria de la construcción en Colombia representa actualmente el 17.3% anual del PIB, de acuerdo con InvestinBogota.org, (2021) aproximadamente el 3% son construcciones residenciales y el restante a no residencial e infraestructura. Sabiendo ya la importancia y el impacto que tiene el sector de la construcción en el país, se hace evidente

la necesidad de mitigar cada uno de los impactos ambientales que este mismo genera en su desarrollo cotidiano, como:

Figura 2. Afectaciones que se deben mitigar.



NOTA: Tomado y modificado de (InvestinBogota.org, 2021)

La responsabilidad de construcciones de ingeniería civil no solo premia a aquellos avances en sostenibilidad sino también ha sancionado a lo largo de la historia a aquellas obras que han afectado al medio ambiente, es el caso de empresas en Colombia como:

De acuerdo con Portafolio (2022) AP Construcciones, construcciones Isarco, y otras 137 empresas más han sido sancionadas por contaminación visual, y no solo en contaminación visual se ha sancionado al sector de la construcción, también, empresas como Holcim y Cémex deben responder por la contaminación del río Tajuelo (Humanrights.co, 2010).

Debido a lo anteriormente descrito se buscan mejorar los impactos al medio ambiente a partir de diferentes estrategias o mecanismos que aseguren un equilibrio constante y una solución efectiva.

7. Marco normativo

Dentro de un marco normativo de la responsabilidad en Colombia es necesario remontarnos a la Primera Cumbre de la Tierra 1972, donde se buscó reducir el impacto ambiental. Así mismo en 1992 se realiza la conferencia sobre la Conservación del Medio Ambiente celebrada en Río de Janeiro, lo cual podría ser el inicio de un marco hacia ese deseo de cuidar de manera responsable el medio ambiente.

Sin embargo, a nivel constitucional, en Colombia existen diferentes normas legislativas, como:

- Decreto 2278 de 1953: Cuestiones forestales.
- Ley 2 de 1959: Conservación de los recursos naturales.
- Ley 23 de 1972: Creación del Código Nacional de Recursos Naturales Renovables.
- Decreto 2811 de 1974: Responsabilidades ambientales a empresas públicas o privadas que desarrollan proyectos de construcción.
- Decreto 1681 de 1978: Reglamentación de los recursos hidrológicos, manejo racional.
- Decreto 3573 de 2011: Gobierno Nacional crea a la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA, obras o actividades sujetos de licenciamiento, permiso o trámite ambiental, cumplan con la normativa ambiental.
- Decreto 1077 de 2015: Unificación de leyes decretos y normas para evitar la debilidad en el control de licencias ambientales.
- Ley 210 de 2016: Lineamientos de la formulación de la política nacional de construcción sostenible.

- Decreto 1285 de 2015: Lineamientos de construcción sostenible para edificaciones las cuales se enfocan a la calidad de vida de las personas mediante políticas de responsabilidad social y ambiental.

Se puede apreciar con lo anterior, que en el país la preservación del medio ambiente toma cada día mayor importancia, lo que genera un mayor control sobre las empresas y sus actividades sobre el medio ambiente. Es así que se crearon diferentes entidades que ayuden a promover y regular las construcciones sostenibles, como lo son:

7.1 Sello ambiental colombiano

La certificación del sello ambiental colombiano se creó con el objetivo de fortalecer la creación de bienes que fuesen ambientalmente sostenibles y así mismo intensificar la oferta de servicios ecológicos en los mercados nacionales e internacionales; este sello se reglamentó bajo la resolución 1555 del 2005. Este tipo de distintivo es totalmente voluntario y para obtenerlo se deben cumplir con ciertas normas estipuladas por los organismos de certificación debidamente acreditados, este sistema es apoyado por el sistema nacional de calidad (CCCS, 2014).

7.2 Sello ambiental colombiano para edificaciones sostenibles

El sello colombiano para las edificaciones sostenibles por siglas SAC-ES es otorgado a empresas que tienen criterios integrantes de sostenibilidad principalmente al uso eficiente y ahorro de energía y agua, reduciendo desperdicios, y manteniendo calidad y confort

(Minambiente, 2013)

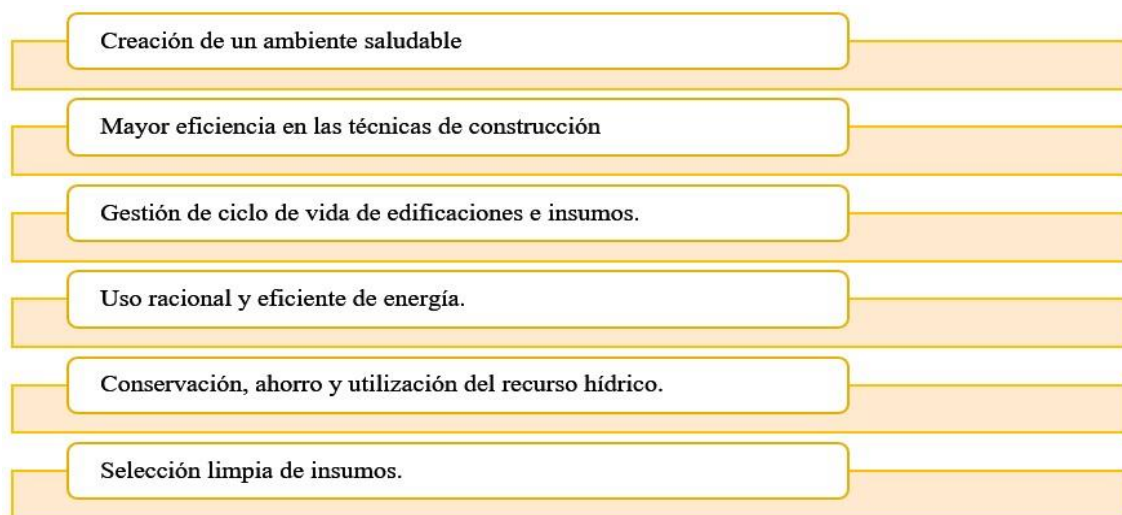
8. Construcción sostenible

8.1 Construcción sostenible

De acuerdo al Consejo Colombiano de Construcción Sostenible (2012), se refiere a todas aquellas prácticas que mejoran en el ciclo o estado de una edificación como su etapa de diseño, construcción y operación, dentro de las cuales se busca optimizar y sobre todo minimizar el impacto de este, frente al cambio climático con sus emisiones de gases, el gasto de recursos naturales y la pérdida de la biodiversidad.

Dichos proyectos deben mantener ciertos conceptos y elemento claves para el desarrollo adecuado de ser una edificación sostenible:

Figura 3. Elementos claves para el desarrollo de una edificación sostenible.



NOTA: Elementos claves para el desarrollo de una edificación sostenible. Tomado y Modificado de González (2017).

De acuerdo con Monroy (2014) la construcción sustentable aprovecha los recursos naturales, directamente enfocadas al aislamiento y distribución de espacios confortables y amigables donde la calidad no se vea afectada, además siendo aprovechada las condiciones

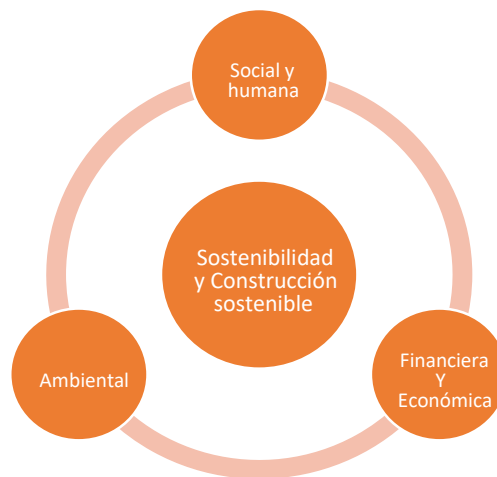
climatológicas para reducir los insumos de energía, en pro a la conservación del medio ambiente, Además el CCCS (2014) se refiere a una construcción sostenible a aquella que contiene buenas prácticas durante las diferentes etapas de una construcción, las cuales pretenden minimizar el impacto climático, al consumo adecuado de recursos y deterioro de la biodiversidad.

8.2 Características de una construcción sostenible

Las construcciones sostenibles se caracterizan principalmente por el uso eficiente de la energía, con esto, aprovechar los recursos y mitigar el impacto ambiental, además de los recursos hídricos desde el manejo de agua potable, aguas negras y lluvias, además de hacer un correcto manejo de residuos sólidos y materiales ecológicos.

Además de lo anterior es importante identificar el equilibrio entre la sostenibilidad ambiental que es el principal ítem, también la responsabilidad social y humana, y finalmente pero no menos importante la sostenibilidad financiera y económica. Tal como se observa en la siguiente figura:

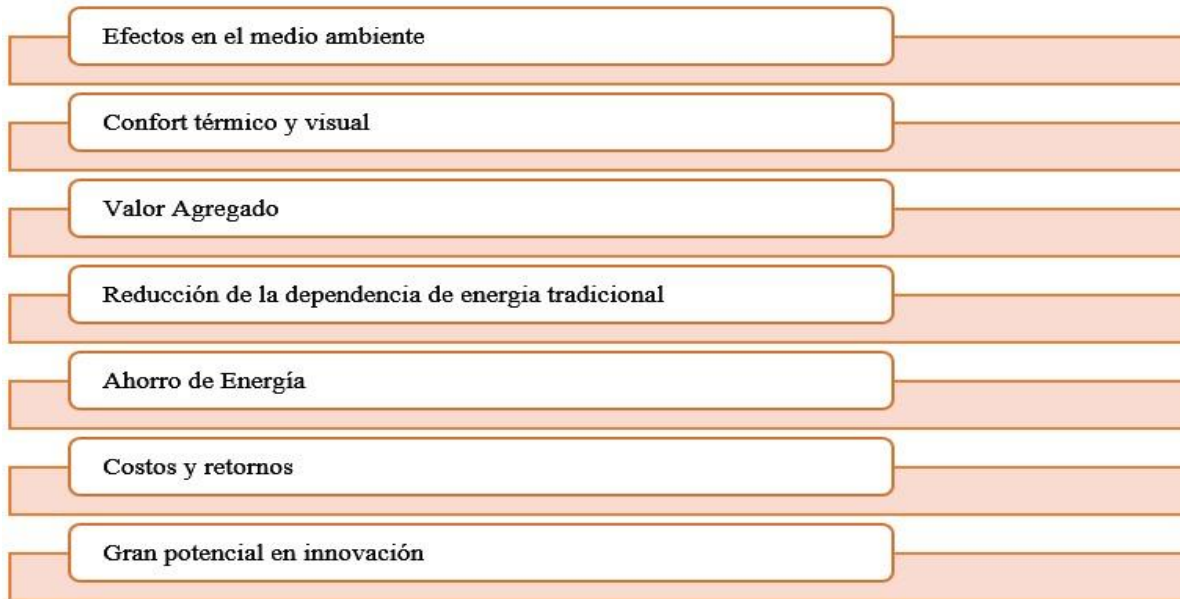
Figura 4. Características de vivienda sostenible.



NOTA: Tomado y modificado de (Monroy, 2014)

8.3 Ventajas de construcciones sostenibles

Figura 5. Ventajas de construcciones sostenibles.



NOTA: Tomado y Modificado de (Masisa L. 2019)

El efecto del medio ambiente significa la reducción en el gasto energético lo que se traduce en un menor impacto al medio, en cuanto a contaminantes, también el confort térmico y visual, está dado por un diseño que cuida su estética, pero responde a las exigencias del clima, donde se mejora la iluminación. Además, una edificación que ahorra recursos tiene un valor mayor, con conciencia ecológica, estilo, imagen, entre otros que son factores esenciales en la elección de un producto.

Por otra parte, la gran mayoría de edificaciones que utilizan mecanismos de ahorro tiene menor incertidumbre en costos de energías convencionales, dando nuevas

oportunidades para energías futuras lo cual va arraigado con el ahorro de energía, que pueden llegar a un ahorro de hasta un 50%, lo cual termina afectando o en este caso favoreciendo el factor financiero de una edificación ya que sus costos iniciales si bien pueden ser más altos, a

largo plazo o en etapa de operación disminuyen lo cual convierte mucho más rentable la edificación.

Construir hoy por hoy, edificaciones sostenibles es no solo una oportunidad al cambio y reducción del impacto al medio ambiente, sino que mejora la rentabilidad, la competitividad de la empresa en el mercado, y hace que su costo se incremente a largo plazo.

8.4 Sellos de certificación en el mundo

Conforme Sugunaga (2014) los principales sellos que establecen los estándares de calidad ambiental se caracterizan por tener en cuenta el uso energético, el ahorro de materiales, la optimización de recursos, la calidad ambiental, la innovación y el diseño. Los cuales se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 6. Sellos de Certificación Sostenible.

SELLO	DESCRIPCIÓN
Green Star	Fue creada en el 2003 por el Consejo Australiano de Construcción sostenible está adaptado de los sellos LEED y BREAM, evalúa tanto diseño como construcción ambiental, su norma está regulada para edificaciones nuevas, adecuación, viviendas, áreas urbanas, desarrollo de edificios y avalúos (Sugunaga, 2014).
Leed	Por sus siglas Leadership in Energy & Environmental Desing es un sistema de certificación de edificios, y es creado por el consejo de construcción sostenible o verde en USA y data desde 1998. Contiene ciertas normas que a partir de estrategias sostenibles propone y promueve el uso de energías alternativas, la mejora de la calidad ambiental, el aprovechamiento de energía y agua, aprovechamiento de espacios (Sugunaga, 2014).
Bream	Vigente desde 1990 y creado por el Building Research Estrablishment (BREE) en el Reino Unido, se caracteriza principalmente por evaluar construcciones existentes y nuevas desde un enfoque del impacto al entorno (Sugunaga, 2014).

NOTA: Los tres principales sellos de certificación internacional para construcciones sostenibles. Tomado y modificado de (Sugunaga, 2014).

8.5 Edificaciones sostenibles

A pesar de ser un concepto global, que tiene como consecuencia un uso consciente del medio ambiente y la reducción de su impacto hace necesario identificar los materiales y el ciclo que posee cualquier edificación, las fases de ciclo que se deben tener en cuenta para una construcción sostenible o cualquier construcción son:

- Extracción y preparación de materia prima y su impacto inicial del medio ambiente identificando la procedencia.
- Transformación de materia prima, consumo de energía, modificación o uso de aditivos.
- Fusión de materiales que producen principalmente el efecto invernadero como energía y combustibles péticos.
- Tratamiento de los productos manufacturados bien sea de protección, refuerzo o modificación en las propiedades que se requiera.
- Transporte de grandes volúmenes producen altos consumos de energía y producen alta contaminación.
- Construcción de la edificación en función a lo diseñado en el concepto sostenible.
- Mantenimiento que incluye limpieza sencilla, renovación de pintura, tratamiento de fachada y cubierta, tratamiento de corrosión.
- Demolición responsable en el caso que sea requerido.

8.6 Materiales sostenibles

Dentro de las construcciones que pretenden ser sostenibles se encuentran diversos materiales que son afines y mitigan el impacto al medio ambiente dentro de los cuales se pueden identificar:

- Pinturas que remplazan los derivados del petróleo por componentes naturales.
- Plásticos que normalmente son provenientes del petróleo son remplazados por polietilenos gracias a sus excelentes propiedades en pro al medio ambiente.
- Metales que si bien su uso es específico, el uso racional de dichos materiales hace aportes considerables en la reducción del consumo de energía.
- Pétreos que más que el uso del material es el transporte de materiales que demandan un consumo alto de energía, este radica en un uso de larga duración.
- Maderas con tratamientos compuestos por resinas vegetales, pero también la gestión forestal de donde este proviene.

8.7 Construcción sostenible en Colombia

En Colombia al año 2018 se registraron aproximadamente 16 proyectos de tipo platino, 72 proyectos de tipo oro, 41 proyectos de tipo plata y 22 proyectos con certificaciones LEED sin ninguna distinción especial, todo esto depende de la puntuación obtenida al momento de la evaluación, estos resultados definen a Colombia como un país con crecimiento profesional y comprometido con el medio ambiente (CCCS, 2021).

El objetivo del CCCS es reducir en un 20% las emisiones de gases del efecto invernadero para el año 2030, se deben observar en proyectos de eficiencia energética, materiales, técnicas de diseño y construcciones sostenibles.

En Colombia cada vez hay más auge por las construcciones sostenibles, siendo un deber el hecho de reducir el impacto al medio ambiente, donde se espera que ciudades como

Bogotá o Medellín al 2030 sean de las ciudades de América latina que implementa un desarrollo sostenible con programas como BEA de eficiencia energética en edificaciones donde se resalta la labor hecha por el país en dichos temas (Cuadrado M, 2017).

El Concejo Colombiano de Construcción Sostenible (CCCS) es una entidad privada que brinda diferentes certificaciones tales como:

- Certificación Referencial CASA Colombia donde se promueven la sostenibilidad integral, uso de recursos y responsabilidad social.
- LEED dicha certificación se ha posicionado como el sistema más importante en cuanto a construcciones sostenibles se refiere y está basado en el proceso integrado de un alto rendimiento en la relación de la salud humana y el ambiente.
- LEED BC + C que se refiere al diseño y construcción de edificaciones incluyendo nuevas construcciones, fachadas, escuelas, hoteles, hospitales, bodegas y centros de distribución.
- LEED ID + C para el diseño y construcción de interiores que se basan al equipamiento interior como oficinas, comercio y hospitales.
- LEED O+ M que se refiere a la operación y mantenimiento, como trabajos de mejora en edificios que ya existen, escuelas, comercios, bodegas etc.
- LEED ND para el desarrollo de localidades que aplica a la renovación urbana de edificaciones residenciales y no residenciales.

- LEED HOMES que como su nombre lo indica aplica para las viviendas unifamiliares o multifamiliares siempre y cuando estas sean hasta de seis niveles.

Según Lizcano (2017) la capital colombiana cuenta actualmente con un programa llamado Bogotá Construcción sostenible que se diseñó en pro al cuidado del medio ambiente donde se ofrecen capacitaciones y acompañamiento técnico en todas las etapas de construcción procurando la protección y mejoramiento los cuales tienen los siguientes beneficios:

Tabla 7. Beneficios de Programas Sostenibles.

Beneficio	Descripción
Urbanístico	Biodiversidad: incremento de la biodiversidad en un territorio.
	Implantación: Relación del entorno con los componentes ambientales.
	Infraestructura: impulsar etapa de operación y mantenimiento.
	Social: Construir comunidad y sociedad a partir de la apropiación del territorio.
Construcción	Diseño arquitectónico: garantizar condiciones favorables en espacios interiores.
	Sistemas Constructivos: innovar en técnicas constructivas.
	Energía: uso adecuado y racional de la energía siendo este dado por un criterio ambiental.
	Agua: uso adecuado y racional del agua siendo este dado por un criterio ambiental.

NOTA: Tomado y modificado de (Lizcano, 2017).

8.8 Construcciones en Colombia Sostenibles o con Certificaciones

Dentro de las diferentes construcciones que se plantean como sostenibles a continuación se presentan algunas de ellas que ya cuentan con premios o certificaciones:

Tabla 8. Construcciones sostenibles en Colombia.

Nombre	Tipo de construcción	Aporte de sostenibilidad
Kubik contor 145 (2016)	Vivienda residencial de 84 familias.	Ahorros de energía 36%, Ahorro en agua 50% (Lizcano, 2017).
Ciudad Verde (2014)	Viviendas de interés social.	Operación gran escala, con concepto urbanístico. Equilibrio zonas verdes y útiles 328 hectáreas para 36 mil viviendas de interés social (Lizcano, 2017).
AKAROA (2014)	Proyecto de apartamentos.	Plan de gestión integral de residuos en sitio de construcción, recuperación de materiales reciclables, según Lizcano (2017) cada elemento tiene un potencial alto de ser reutilizable: 93% de recuperación de material 128 m3 de metales 14 m3 de madera 2 m3 de plástico 3 m2 de plástico 4420 m3 de residuos pétreos 300 m3 de residuos mixtos 1050 elementos de reutilización
Universidad de los Andes (2010)	Centro deportivo	Calidad de vida internamente de los ocupantes, estrategias bioclimáticas, control solar y asolación de los bloques dependiendo la época del año y continuidad de flujo de aire para conectar fachadas (Lizcano, 2017).
B3 Virrey Hotel (2013)	Hotel	Confort funcional sostenible, políticas de reciclaje, correcta disposición de desechos, transportes con mínimo impacto de emisiones (Lizcano, 2017).
W (2016)	Hotel 168 habitaciones	Certificación LEED, ubicación y transporte, uso eficiente de agua, desempeño energético, gestión de residuos (Lizcano, 2017).
Aloft Bogotá Airport (2014)	Hotel	Según Lizcano (2017) es el primer hotel en Latinoamérica en recibir certificación LEED Gold: Ahorro de energía del 24% Ahorro de agua potable 30% Reducción en costo de operación Cubierta verde para reducción de calor natural Reutilización de agua lluvia para baños Griferías y equipos sanitarios de bajo consumo. Iluminación con sensores de luz En la construcción el 38% fue de origen regional y 13% material reciclado 90% con vista al exterior, mejorando el confort 75% luz natural

Tabla 8. Continuación

Nombre	Tipo de construcción	Aporte de sostenibilidad
CONTEMPO (2010)	Oficinas	Eficiente uso de energía, ahorro de agua, refrigerantes naturales y ecológicos en el sistema de ventilación (Lizcano, 2017).
Edificio Connecta módulos a y b (2013)	Oficinas	36% materiales de origen regional, 20% de materiales reciclados (Lizcano, 2017).
T3 Ciudad Empresarial Sarmiento Angulo (2014)	Centro empresarial	Eficiencia energética del 21%, 75% de Luz natural, reducción del 50% de producción de aguas residuales (Lizcano, 2017).
Coca-Cola Company (2015)	Edificio principal de coca cola	20% en ahorro en agua 20% de ahorro de energía, sensores de control de horario, aire acondicionado eficiente 10% material local (Lizcano, 2017).
Edificio SAB MILLER (2014)	Edificio administrativo Bavaria	20% de insumos con material reciclado 50% uso de material regional El 80% de los residuos destinados a procesos de reutilización, Adhesivos y pinturas con bajas emisiones (Lizcano, 2017).
Green Loop Headquarters (2017)	Centro empresarial	43% de ahorro de iluminación 38% de ahorro de agua Iluminación 100% LED 65% de muebles son reutilizados Desviación del 95% de residuos generados durante la construcción (Lizcano, 2017).
Bancolombia (2012)	Sede principal Oficinas	Compensación al medio ambiente con la plantación de 1000 especies de plantas Aire acondicionado en el piso lo que permite reducir el consumo energético hasta un 30% 40% de reducción de uso de agua debido a cubiertas que recolectan las aguas lluvias Uso de aguas grises en jardines y baños Uso de baños secos. 95% de las áreas con luz natural Uso de mobiliario con madera certificada de bajas emisiones Contiene programas ambientales de separación de residuos sólidos (Lizcano, 2017).
Cámara de Comercio de Bogotá (2016)	Centro empresarial	Sistemas sofisticados de purificar el Aire, de reutilización de aguas lluvias que alimenta la red contraincendios, fachada traslucida con un 90% de luz natural. Edificio inteligente (Lizcano, 2017).

Tabla 8. Continuación

Nombre	Tipo de construcción	Aporte de sostenibilidad
Alpaso Plaza 2016	Centro empresarial de oficinas	Diseño único a partir de tecnología en pro al medio ambiente Cuenta con planta de potabilización de aguas lluvias, iluminación LED, filtro de aire para evitar bacterias y polvo Terraza ecológica que recoge aguas lluvias para ser utilizado para la potabilización (Lizcano, 2017).
Torre Ar (2016)	Edificio más seguro Oficinas	Gestión del riesgo, en seguridad humana y sistemas de protección contra incendios Galardón contra incendios y contra sismos (Lizcano, 2017).
Novartis (2011)	Edificio	Primera cubierta verde certificada con vegetación endémica que tiene como propósito, la recolección de agua para el ahorro del mismo. Disposición para desechos, Gestión de reciclaje, Incentivación del uso de carro compartido y bicicleta, Prohibición para fumadores dentro y fuera del edificio, 45% de ahorro en consumo de agua, Reutilización de aguas lluvias, 37% de ahorro de energía gracias a un sistema de aireación natural donde se aprovecha la luz natural al máximo, Ahorro de bajos compuestos orgánicos (Lizcano, 2017).

NOTA: Tomado y modificado de (Lizcano, 2017)

Colombia en la actualidad ocupa el cuarto lugar en cuanto a edificaciones sostenibles, en Latinoamérica cuenta con casi 400 edificaciones con sello internacional, de acuerdo al CCCS, el valor que le da cada edificación al medio ambiente se hace mayor ya que cada una de ellas si bien se rige a partir de unos conceptos básicos normativos vigentes, el carácter de sobresalir ante las demás construcciones es de carácter voluntario. En algunos casos la entidad que regula son entidades privadas propias de cada sello de certificación en otras el gobierno como tal dependiendo de los requerimientos o categorías que cada sello tiene en cuenta.

8.9 Retos que enfrentan las construcciones sostenibles en Colombia

A lo largo de la monografía se hablan de las ventajas y beneficios que tiene una construcción sostenible en términos generales sin embargo en Colombia existen diferentes adjetivos que incluyen el complemento de la misma, así mismo como los aspectos que se pueden mejorar tal como se muestra a continuación:

Tabla 9. Retos esperados en las construcciones Sostenibles en Colombia.

APORTE POSITIVO	APORTE NEGATIVO
Incremento de certificaciones en la última década del 18% al 37%	Limitación académica en el tema
Cuenta con políticas legales (Resoluciones, decretos).	Inversión alta inicial, ausencia de proyectos para estratos bajos.
Amplia estrategia en Ecourbanismo.	El hecho de ser Voluntario limita los incentivos en dichas construcciones.
Mayor disposición a construcciones sustentables.	Mayores certificaciones Locales.

NOTA: Diagrama de equilibrio de aportes positivos y aquellos por mejorar en Colombia respecto a las construcciones sostenibles. Modificado y modificado de (CCCS, 2011)

9. Conclusiones

A lo largo de la monografía se recopilaron e identificaron diferentes aportes del uso de estrategias y mecanismos que permitieron a través de la sostenibilidad la reducción del impacto ambiental, identificando los conceptos principales de sostenibilidad a partir de mitigar el deterioro del medio ambiente.

- Las construcciones sostenibles se caracterizan principalmente por identificar la relación y equilibrio que existe en los términos de responsabilidad social, ambiental y rentabilidad financiera, sin embargo, es de destacar que para desarrollarse un proyecto y pueda cumplir con toda la normatividad y con todos los parámetros exigidos para llegar a la certificación ambiental requiere de una inversión inicial con un costo elevado, pero el ahorro económico a futuro y la disminución de gastos energéticos y ambientales hacen viable el proyecto y cumple con las características iniciales.
- La sostenibilidad a su vez busca, efectos positivos para todos aquellos que componen el proyecto, confort térmico, pero también visual, mediante un valor agregado a cada construcción, donde los costos se reduzcan y el potencial de innovación sea cada vez mayor.
- Existen diferentes mecanismos y estrategias sobre la sostenibilidad, la primera de ellas es la normativa legal como el decreto 1285 de 2015 y la ley 210 de 2016 donde se muestran los lineamientos de la construcción para política nacional en sostenibilidad el cual es de carácter obligatorio. Por su parte una entidad dedicada específicamente al acompañamiento de dichas construcciones, es decir, el Consejo Colombiano de Construcciones Sostenibles quien además en convenio con diferentes sellos

internacionales se encarga del seguimiento de las mismas para las futuras menciones y certificaciones.

- Se describen además los diferentes aportes mediante las diferentes construcciones principalmente edificios donde a nivel financiero se reducen los costos específicamente en la operación. Además, las principales características o el patrón de las construcciones sostenibles son referente al uso adecuado y eficiente de energía que permite su ahorro, también del uso racional de agua donde en muchos casos se da mediante la recolección y su reúso. Sin embargo, términos de confort, cubiertas verdes, utilización del espacio de manera eficiente, promoción y gestión de políticas que incentiven el reciclaje o la separación de residuos sólidos o incluso en el uso de materiales locales y reciclables son mecanismos que aportan a la reducción del impacto ambiental.

De acuerdo a la monografía, se pudo analizar que, en la actualidad, la academia y el sector privado, presentan grandes avances en las construcciones sostenibles, sin embargo, es notable que aún la falta de conocimiento y apoyo económico obstruyen y desmotivan a más proyectos de este tipo.

10. Referencias

- Arquitectura sostenible (2021). Hassan Fathy, “el arquitecto de los pobres” <https://arquitectura-sostenible.es/hassan-fathy-arquitecto-pobres/>
- BBVA (2022). Como la innovación ha cambiado la construcción sostenible. <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/como-la-innovacion-ha-cambiado-laconstruccion-sostenible/>
- CF Comercial Foisa (2022). Energía Solar Pasiva VS Activa: ¿Cuál Es La Diferencia? <https://comercialfoisa.com/energia-solar-pasiva-vs-activa-cual-es-la-diferencia/>
- Consejo Colombiano de Construcción Sostenible (2014). Akaroa de construcción <https://www.cccs.org.co/wp/download/akaroa-deconstruccion/?wpdmdl=4025>.
- Consejo colombiano de construcción sostenible (2016). Kubik confort 145 <https://www.cccs.org.co/wp/download/kubik-confort-145/?wpdmdl=4689>.
- Consejo colombiano de construccion sostenible (2021). Estudio Estado de la Construcción Sostenible. <https://www.cccs.org.co/wp/estudio-estado-de-la-construccion-sostenible/>
- CSI Spain (2022). Programas para modelado análisis y dimensionamiento de estructura. <https://www.csiespana.com/software-features/2/sap2000#submenu-top>
- Diario El Portafolio (2022). 139 constructoras multadas por contaminación visual. <https://www.portafolio.co/economia/finanzas/540-millones-multa-contaminacionvisual-139-constructoras-comercios-restaurantes-303072>
- El Mundo Ecológico (2021). Gama de electrodomésticos sostenibles. <https://www.elmundoecologico.es/gadget-ecologicos/gama-de-electrodomesticossostenibles/>
- Estévez R. (2015). Beneficios del diseño sostenible en la edificación. <http://www.ecointeligencia.com/2015/09/beneficios-diseno-sostenible-edificacion/>
- González Lizcano, K. (2017). Evaluación de la implementación de tecnologías y certificaciones en construcción sostenible entre las ciudades de sao paulo, Brasil, y Bogotá, Colombia. [Trabajo de grado, Universidad Católica de Colombia]. Repositorio. <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/15791/1/evaluacion%20de%20la%20implementacion%20de%20tecnologias%20y%20certificaciones%20en%20construccion%20sostenible%20%20final.pdf>

- HOW2GO (2022). Construcción en Colombia: 2022, año de oportunidades. <https://h2gconsulting.com/how2go-colombia/construccion-en-colombiaoportunidades/>
- Humanrights.org (2010). Colombia: Cémex y Holcim sancionadas por contaminación del río Tunjuelo, recurso hídrico bogotano. <https://www.business-humanrights.org/es/%c3%baltimas-noticias/colombia-c%c3%a9mex-y-holcimsancionadas-por-contaminaci%c3%b3n-del-r%c3%ado-tunjuelo-recursoh%c3%addrico-bogotano/>
- Inarquia (2020). Edificios de Bajo Consumo de Energía NZEB. <https://inarquia.es/edificiosbajo-consumo-energia-nzeb/>
- Invest in Bogota (2021). Materiales de construcción. <https://es.investinbogota.org/sectoresde-inversion/materiales-de-construccion/#:~:text=la%20industria%20de%20la%20construcci%c3%b3n,con%20un%206%2c5%25.>
- Mandua (2019). Los avances tecnológicos en el campo de la ingeniería civil. <https://www.mandua.com.py/los-avances-tecnologicos-en-el-campo-de-laingenieria-civil-in501>
- Masisa Lab (2019). Ventajas de la construcción sostenible. <http://www.masisalab.com/ventajas-la-construccion-sostenible/>
- Metro Cuadrado (2017). Bogotá, en línea con la construcción sostenible <http://www.metrocuadrado.com/noticias/archivo/bogota-en-linea-conlaconstruccion-sostenible-3098>.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2013). Edificaciones Sostenibles. <https://www.minambiente.gov.co/asuntos-ambientales-sectorial-yurbana/construccion-sostenible/#:~:text=Sello%20Ambiental%20Colombiano%20%E2%80%93%20SA%20C%E2%80%9D%2C,de%20vida%20de%20las%20edificaciones.>
- MVC.Blog (2021). Materiales de construcción sostenibles. <https://metrovacasa.com/blog/materiales-de-construccion-sostenibles>
- Neo Arquitectos (2017). Modelo de expansión vertical en ciudades. <https://www.neoarquitectos.es/modelo-de-expansion-vertical-en-las-ciudades/>
- Porras D. y Díaz E. (2015). La planeación y ejecución de las obras de construcción dentro de las buenas prácticas de la administración y programación (proyecto torres de la 26bogotá).

Monroy M (2014). Construcción sostenible, una alternativa para la edificación de Viviendas de interés social y prioritario. [Trabajo de grado, Universidad Católica de Colombia].

Repositorio.<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/2951/4/la%20planeaci%203%93n%20y%20ejecuci%20de%20las%20obras%20de%20construcci%20n%20dentro%20de%20las%20buenas%20pr%20cticas%20de%20la%20admin.pdf>

Susunaga Monroy M (2014). Construcción sostenible, una alternativa para la edificación de Viviendas de interés social y prioritario. [Trabajo de grado, Universidad Católica de Colombia].

Repositorio.

<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/1727/1/construcci%20sostenible,%20una%20alternativa%20para%20la%20edificaci%20de%20viviendas%20de%20interes%20social%20y%20prioritario.pdf>

Universidad Eafit. (2020). Ingeniería civil se actualiza a la era 4.0 para construir con menos recursos, más rápido y con mayor eficiencia. <https://www.eafit.edu.co/noticias/agenciadenoticias/2020/Ingenieria-civil-seactualiza-a-la-era-4-0-para-construir-con-menos-recursos-mas-rapido-y-con-mayoreficiencia>