



**UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA**

**VIABILIDAD TÉCNICA DE LA IMPLEMENTACIÓN  
DE PRÁCTICAS AMBIENTALES PARA LA  
CERTIFICACIÓN EN CONSTRUCCIÓN  
SOSTENIBLE EN COLOMBIA**

YINA MARCELA PORTO ELJACH  
TATIANA SALDARRIAGA HOYOS

Universidad de Antioquia  
Facultad de Ingeniería, Escuela Ambiental  
Medellín, Colombia

2019



Viabilidad técnica de la implementación de prácticas ambientales para la certificación en  
Construcción Sostenible en Colombia.

**Yina Marcela Porto Eljach**

**Tatiana Saldarriaga Hoyos**

Monografía presentada como requisito parcial para optar al título de:

**Especialización en Gestión Ambiental**

Asesor(a):

Esteban Correa Agudelo

Ingeniero Ambiental, Especialista en Salud Ocupacional.

Universidad de Antioquia

Facultad Ingeniería, Escuela Ambiental.

Medellín, Colombia

2019

## Contenido

Lista de tablas .....	4
Lista figuras .....	4
Resumen .....	5
Abstract .....	6
1. Introducción .....	1
2. Objetivos .....	3
2.1 Objetivo General .....	3
2.2 Objetivos Específicos.....	3
3. Metodología.....	4
4. Marco Teórico .....	6
4.1 Normatividad .....	9
5. Cuerpo de monografía .....	12
5.1 Prácticas en construcción sostenible .....	12
5.1.2 Lean Construction & BIM .....	12
5.1.3 Educación y participación .....	14
5.1.4 Bioclimática- consumo energético.....	15
5.2 Incentivos económicos.....	16
5.2.1 Prácticas algunos países.....	16
5.3 Materiales de construcción.....	19
5.4 Certificaciones Construcción sostenibles.....	21
5.4.1 Revisión de certificaciones en diferentes países .....	21
5.4.2 Certificaciones en Colombia .....	23
5.4.3 Procesos de certificación en Colombia. ....	30
5.4.4 Proyectos certificados en Colombia.....	31
5.5 Análisis DOFA .....	33
6. Resultados.....	35
7. Conclusiones .....	38
8. Bibliografía .....	41
9. Glosario .....	45

## Lista de tablas

Tabla 1 Sistemas de certificación. Fuente: (CCCS, 2018).....	7
Tabla 2. Normatividad nacional e Internacional en construcción sostenible.....	11
Tabla 3. Criterios de sostenibilidad que se tienen para el programa de certificación(CCCS, 2018) .....	29
Tabla 4. Clasificación de las certificaciones en construcción sostenible(CCCS, 2018) .....	30
Tabla 5. Proceso de certificación en Colombia. Adaptado de (CCCS, 2018).....	31
Tabla 6. Proyectos certificados en Colombia. Fuente: basado en (CCCS, 2019; CONSEJO DE CONSTRUCCION VERDE DE EEUU, 2019; IFC, 2019).....	31
Tabla 7. Requerimiento profesional Fuente: (CAMACOL, 2018; CCCS, 2019; CONSEJO DE CONSTRUCCION VERDE DE EEUU, 2019).....	32
Tabla 8. Análisis DOFA LEED Adaptado de (Doan et al., 2017; Freitas & Zhang, 2018).....	33
Tabla 9. Análisis DOFA EDGE. Adaptado de (Doan et al., 2017; Freitas & Zhang, 2018) .....	34
Tabla 10. Análisis DOFA CASA COLOMBIA. Adaptado de (CCCS, 2019).....	34

## Lista figuras

Ilustración 1 Metodología de investigación. Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.....	5
Ilustración 2. Representación esquemática de la estructura de los sistemas de certificación. Adaptado de (Stankovic et al., 2014). .....	23
Ilustración 3. Logo LEED. Fuente: (CONSEJO DE CONSTRUCCION VERDE DE EEUU, 2019) .....	24
Ilustración 4 Clasificación certificación LEED(CONSEJO DE CONSTRUCCION VERDE DE EEUU, 2019) .....	25
Ilustración 5. Logo EDGE (IFC, 2019).....	26
Ilustración 6. Tipos de certificación EDGE (CAMACOL, 2018) .....	27
Ilustración 7. Fuente: Clasificación de certificaciones. (CCCS, 2019).....	28
Ilustración 8. Proyectos certificados y en proceso de certificación de las tres certificaciones evaluadas. Fuente: basada en (Lohmeng, Sudasna, & Tondee, 2017).....	32

## **Resumen**

El sector de la construcción juega un papel fundamental en la economía colombiana e internacional, pero a su vez es uno de los que generan mayores impactos ambientales negativos genera debido al uso que se le dan a los recursos naturales, no obstante se presentan diferentes prácticas aplicadas en otros países que han mejorado no solo la huella ecológica sino rendimientos, costos y tiempos, que son esenciales para el éxito de la construcción sostenible. Asimismo, y mediante la alternativa de cambiar el sentido de esta problemática, adhiriendo criterios de sostenibilidad a las construcciones civiles, distintas instituciones certifican a nivel nacional e internacional proyectos que garantizan la sostenibilidad o sustentabilidad en una edificación. En Colombia se presentan certificaciones que evalúan la sostenibilidad del inmueble, las que se analizaron en este estudio son: Leed, Casa Colombia y EDGE. De esta manera se realiza comparativos, enfocados al uso racional de los materiales, consumo eficiente de energía y agua, participación de la comunidad y costos. El análisis de las certificaciones fue realizado por la metodología DOFA en el cual se examinan las debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas. Obteniendo como resultado que pese a la base que se tiene desde la normativa colombiana se debe fortalecer e implementar otras alternativas o medidas de regulación, para que la eficiencia de estas prácticas y certificaciones sea veraz y que los impactos ambientales positivos sean representativos.

**Palabras clave:** Construcción sostenible-Bioclimática- Lean Construction- BIM- Certificación.

## **Abstract**

The construction sector plays a fundamental role in the Colombian and international economy, but in turn it is one of those that generate the greatest negative environmental impacts due to the use that is given to natural resources, however different applied practices are presented in other countries that have improved not only the ecological footprint but yields, costs and times, which are essential for the success of sustainable construction. Likewise, and through the alternative of changing the meaning of this problem, adhering sustainability criteria to civil constructions, different institutions certify projects that guarantee sustainability or sustainability in a building nationally and internationally. In Colombia there are certifications that evaluate the sustainability of the property, the ones analyzed in this study are: Leed, Casa Colombia and EDGE. In this way, comparisons are carried out, focused on the rational use of materials, efficient consumption of energy and water, community participation and costs. The certification analysis was carried out by the DOFA methodology in which weaknesses, opportunities, strengths and threats are examined. Obtaining as a result that despite the base that has from the Colombian regulations, other alternatives or regulatory measures must be strengthened and implemented, so that the efficiency of these practices and certifications is truthful and that the positive environmental impacts are representative.

**Keywords:** (Sustainable construction-Bioclimatic- Lean Construction, BIM, Certification

## **1. Introducción**

En Colombia el tema de la construcción sostenible todavía es una utopía debido a la falta de conocimiento de todas las partes interesadas, tales como, compradores de vivienda, gerencias de proyectos, constructores, comunidades, municipios, entre otros. De esta forma se evidencia vacíos en la implementación de las prácticas sostenibles en el sector constructor. Sí bien es cierto que hay políticas, guías y planes que de alguna forma establecen los criterios y lineamientos hacia el sector constructor, pero no están bien definidos ni regulados. En Colombia la construcción sostenible es netamente voluntaria y la vigilancia de la implementación de buenas prácticas y cumplimientos de la normativa vigente para el sector es muy flexible y no se aplican medidas sancionatorias. Asimismo las políticas aplicadas para el sector construcción se basa en metas de protocolos o acuerdos internacionales y según la revisión de estos, se evidencia que para algunos casos es un “copy paste” lo que dificulta la ejecución en el país. Como ejemplo de esta situación, se encuentra el caso de los incentivos para certificaciones en construcción sostenible en Colombia, que están descritos en el CONPES 3919 de 2018. Estos son muy pocos y no cuentan con suficiente respaldo hacia las constructoras y compradores, otra gran falencia es que su aplicación es restringida a sólo algunas ciudades (Bogotá y Medellín) y la promoción por parte de solo dos entidades bancarias; Bancolombia y Davivienda. Estos incentivos están focalizados, no regulados y no ha sido clara la divulgación en el resto de ciudades, que cuentan con diferentes factores como lo son, clima, inversión económica, posición geográfica, el tipo de edificación a construir que pueden ser claves tanto en la aplicación del tipo de incentivo como de certificación en construcción sostenible. En Colombia el sector construcción es uno de los promotores en la economía y el desarrollo de la región, y uno de los que más genera impactos ambientales, entre estos el consumo de materias primas en el cual está involucrada la extracción desafortunada de recursos naturales. No obstante, este sector es el que más posibilidades tiene de prevenir y mitigar considerablemente los impactos ambientales disminuyendo la magnitud de sus daños. De esta forma el grupo de trabajo de esta investigación desde su experiencia laboral y académica, desea evaluar esos lineamientos, políticas, criterios y prácticas actuales que ofrece Colombia para la promoción de construcción sostenible y plantear posibles alternativas de cambio al sistema actual.

Para esto, se realizarán aportes teóricos que podrán ser de interés para el sector público y privado, ya que al identificar las falencias y los posibles mecanismos para que las construcciones se ejecuten de una forma más amigable con el medio ambiente y se fomente la implementación de estas. Con lo anterior se espera que el gremio constructor identifique a qué certificación para construcción sostenible acogerse dependiendo de la ubicación de la edificación, e identificar la factibilidad de la inversión.



## 2. Objetivos

### 2.1 Objetivo General

Analizar y evaluar 3 certificaciones en construcción sostenible aplicadas en Colombia, teniendo en cuenta los criterios de evaluación de las certificaciones, incentivos económicos, área de influencia y prácticas sostenibles con el fin de optimizar la selección de la certificación más adecuada de acuerdo a los resultados obtenidos.

### 2.2 Objetivos Específicos

- ✓ Analizar la eficiencia de los incentivos económicos para construcciones sostenibles en Colombia con respecto a otros países.
- ✓ Identificar las prácticas para la construcción sostenible en diferentes países y que pueden ser aplicadas en Colombia.
- ✓ Describir qué planes, políticas y proyectos incentiva a la construcción sostenible en Colombia.
- ✓ Analizar la aplicabilidad de las certificaciones sostenibles más utilizadas en Colombia.
- ✓ Identificar los criterios necesarios para seleccionar el tipo de certificación en construcción sostenible de acuerdo a las condiciones que presente el proyecto.

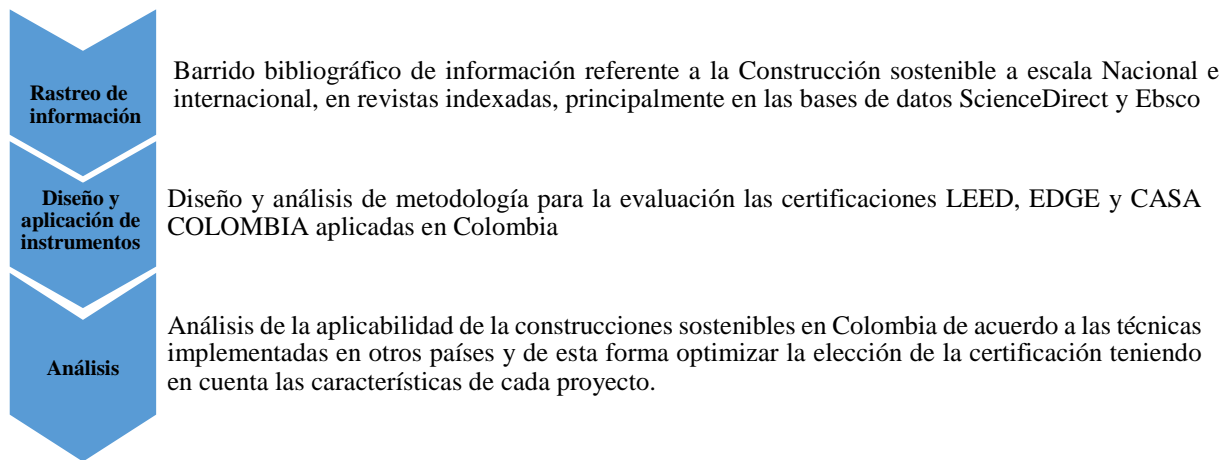
### 3. Metodología

Para lograr resultados en la investigación se realizará una fase de rastreo de información con mínimo cuarenta (40) artículos de distintas revistas indexadas, con menos de cinco (5) años de publicación, principalmente en las bases de datos ScienceDirect y Ebsco, en la siguiente fase de diseño y aplicación de instrumentos, y la fase final es la de análisis de la información por medio de la interpretación de los resultados. En la fase de diseño y aplicación de instrumentos se realizarán las siguientes actividades. 1) de acuerdo a la revisión bibliográfica se evaluará la aplicabilidad de incentivos económicos para construcciones sostenibles en Colombia teniendo como referencia las técnicas implementadas en otros países. 2) Se realizará un análisis de las prácticas de construcción sostenible de diferentes países y Colombia. 3) A través del rastreo bibliográfico se identificarán los criterios implementados para la certificación en construcción sostenible sobre las certificaciones CASA COLOMBIA, LEED y EDGE, las cuales son las más utilizadas en Colombia. 4) Teniendo en cuenta los planes, políticas y proyectos que promulga el gobierno colombiano para fomentar la construcción sostenible en Colombia se realizará un análisis crítico identificando las falencias y/o buenas actividades implementadas en el país. La fase final es la de análisis de la información por medio de la interpretación de los resultados de forma tal que con datos e información precisa se representará mediante tablas, gráficos y a partir de esto llegar a una conclusión argumentativa.

Colombia es un referente en construcción sostenible a nivel del continente americano, así lo avala el Informe Mundial 2016 de DODGE, ubicándola detrás de México y Brasil [6, p.6]. Pero no sólo las cifras lo avalan. En 1968, Victor Olgyay junto a otros arquitectos colombianos publican *Clima y arquitectura en Colombia*, un hito sin precedentes en América Latina y el Caribe. (Farré, Ayala, López, & Arnoldo, 2017)

El 92,62 % de las empresas piensan que la implementación de las tecnologías verdes es un excelente negocio que les puede producir rentabilidad y posicionamiento de la empresa a nivel internacional, ya que creen que la implementación de las tecnologías verdes en un futuro cercano, es el factor que marcará la pauta de todos los negocios en el área de la construcción. Creen que las exigencias del cliente en cuanto a los requerimientos ambientales se elevarán.

En otro sentido, El 93,75 % de las empresas piensan que Cartagena es una mercado apto y con un potencial grande de explotación para la implementación de tecnologías verdes, esto debido a que la ciudad es rica en diversidad de escenarios naturales, grandes cuerpos de aguas que podrían ser utilizados en la generación de energía, así mismo, periodos del año con fuertes vientos, que se podrían utilizar para la generación de energía. Sin embargo, reconocen que existe poca capacitación y conocimientos sobre el tema lo que no les permita expandir sus horizontes hacia una gama de oportunidades de negocio aún sin explorar.(Ruiz Ariza & Jiménez Coronado, 2017)



*Ilustración 1 Metodología de investigación. Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo*

#### **4. Marco Teórico**

Una construcción sostenible es aquella que está en sincronía con el sitio, hace uso de la energía, el agua, los materiales y provee confort y salud a sus usuarios de un modo eficiente. Todo esto es alcanzado gracias a un proceso de diseño consciente del clima y la ecología del entorno donde se construye la edificación (Ruiz Ariza & Jiménez Coronado, 2017). La construcción sostenible es el conjunto de prácticas activas y pasivas en diseño y construcción de edificaciones, que permiten alcanzar los porcentajes mínimos de ahorro de agua y energía, encaminados en el mejoramiento en la calidad de vida y ambiental. (Minvivienda, 2015).

Los criterios generales de sostenibilidad que se aplican actualmente para construcciones en proceso de certificación son:

- Eficiencia energética
- Ahorro de agua
- Materiales de construcción con material reciclado
- Calidad del ambiente interior
- Sostenibilidad del emplazamiento
- Edificaciones y entorno exterior
- Sostenibilidad urbana

En Colombia existe el Consejo Colombiano de Construcción Sostenible (CCCS), el cual nace en el 2008 con el fin de promover la implementación de prácticas de sostenibilidad en el sector constructor incentivando las certificaciones ambientales nacionales e internacionales. Según (CCCS), las edificaciones que son amigables con el medio ambiente ahorran hasta un 70% de energía y un 90% de agua en comparación con las construcciones tradicionales, hasta el momento en Colombia se han certificado 151 edificios y se encuentran 223 en proceso (CCCS, 2019).

Sistema de certificación	Aproximación	Requerimientos	Características
LEED	Certificador multi indicador	Indicadores globales de desempeño	Uso Internacional, Enfoque a materiales y energía, Beneficios operacionales y de mantenimiento, Mitigación de cambio climático como enfoque.
EDGE	Ahorros versus línea base	Enfoque Energético	No hay una aproximación integral al proyecto
			La línea base del consumo no obedece a ningún estándar internacional
			Desempeño energético base
CASA COLOMBIA	Certificador multi indicador	Indicadores Globales de Desempeño	Ajustado a la normatividad colombiana
			Enfoque priorizado al ahorro de la energía y al manejo predial
			Incluye responsabilidad social como componente de sostenibilidad
			Indicadores globales de desempeño

*Tabla 1 Sistemas de certificación. Fuente: (CCCS, 2018)*

El sector de la construcción presenta un crecimiento tipo exponencial evidenciando un 4,2% del PIB anual para 2018 (DANE, 2019), lo que ha provocado un aumento en la extracción de recursos naturales, aumentos en consumos de agua y huella de carbono, debido a los procesos de transformación de los materiales que se necesitan para ejecutar las obras civiles. De esta manera se estima que el 40% de las materias primas en el mundo, es decir 3000 millones de toneladas por año son destinadas para la construcción. Esto mismo sucede con el 17% del agua potable, el 10% de la tierra y el 25% de la madera cultivada (Universidad Nacional, 2012), además el sector constructor es el responsable de más de un tercio del consumo de energía en el mundo, en su mayoría durante el tiempo de habitación y uso del inmueble, un 20% de la energía consumida durante el proceso de construcción, elaboración de materiales y demolición de las obras de construcción.(CONSEJO DE CONSTRUCCION VERDE DE EEUU, 2019)

En el país la normativa ambiental vigente está bien estructurada y tiene unos estándares de cumplimiento que sí bien son exigentes, también son posibles de efectuar. En el territorio nacional el área de licenciamiento para construir en el departamento de Bolívar representó el (3,8 %), Bogotá (21,9 %), Antioquia (19 %), Valle (8%), Cundinamarca (7,3%), Santander (5,4%), y Atlántico (4,1%) (DANE, 2019). Un porcentaje representativo que conlleva a revisar de qué manera se está construyendo debido a su crecimiento acelerado. En el caso de las autoridades

ambientales en el departamento de Antioquia, han dado un giro en el sector construcción y los impactos ambientales que genera a partir de esta preocupación, CAMACOL establece un convenio de construcción sostenible, donde su objetivo es aprender a construir de una manera que generen menores impactos ambientales y sociales, creando un puente de comunicación entre la autoridad ambiental y el gremio constructor en donde se comparten las buenas prácticas sostenibles.

Con esto entendemos que la construcción sostenible se puede definir como la integración de técnicas y metodologías que ayuden a la reducción de impactos ambientales, consumo de recursos naturales en los procesos de construcción, funcionamiento y demolición de un edificio ya sea de vivienda, comercial o Público. En el cual se evalúan el tipo de materiales empleados, porcentaje de material reciclados incorporados, eficiencia energética, disminución de consumo de agua, diseño bioclimático, disminución de residuos de construcción y demolición, disminución en emisión de gases de efecto invernadero y material particulado. Dada la importancia del sector constructor Colombia mediante guías y documentos ha reglamentado los lineamientos necesarios para impulsar la construcción sostenible, no solo para el sector privado sino también para el sector público. Aunque cabe resaltar que no hay regulación directa que exija o sancione edificios que no cuenten con ningún criterio de sostenibilidad, hasta el momento se encuentra plasmado en el papel.

De acuerdo a lo anterior, el decreto único reglamentario del Sector vivienda, ciudad y territorio 1077/15 en su artículo 1° establece que, El Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio tendrá como objetivo primordial lograr, en el marco de la ley y sus competencias, formular, adoptar, dirigir, coordinar y ejecutar la política pública, planes y proyectos en materia del desarrollo territorial y urbano planificado del país, la consolidación del sistema de ciudades, con patrones de uso eficiente y sostenible del suelo, teniendo en cuenta las condiciones de acceso y financiación de vivienda, y de prestación de los servicios públicos de agua potable y saneamiento básico, por medio de la resolución 549/15 Reglamenta los lineamientos y parámetros de construcción sostenible y se adopta la guía para el ahorro de agua y energía en edificaciones. Así mismo, el Documento CONPES 3700 Estrategia Institucional para la Articulación de Políticas y Acciones en Materia de Cambio Climático en Colombia 14, aprobado en el año 2011 reconoce la necesidad de implementar medidas de adaptación y mitigación para el cambio climático. La directriz, incluye una estrategia financiera e institucional para lograr la inclusión de las variables

climáticas como determinantes para el diseño y planificación de los proyectos de desarrollo, y plantea lineamientos estratégicos y recomendaciones, aunque no contempla dentro de su alcance la formulación de acciones de implementación específicas para el sector de las edificaciones (Abel & Flórez, 2018). De esta forma, en Colombia existe el CONPES 3919, el cual enmarca en los objetivos del PND 2014- 2018 que se articulará con la Misión de Crecimiento Verde en lo relacionado al uso eficiente de los recursos del agua, la energía, el suelo, la madera y otros materiales hacia una economía circular para el sector de las edificaciones.

#### 4.1 Normatividad

<b>NORMATIVIDAD, PLANES Y POLÍTICAS EN CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE</b>	
<b>NACIONALES</b>	<b>INTERNACIONALES</b>
<p>Lit. d. Art 16. Ley 435 de 1998:            “Deberes que impone la ética a los profesionales para con la sociedad”. Estudiar cuidadosamente el ambiente que será afectado en cada propuesta de tareas, evaluando los impactos ambientales en los ecosistemas involucrados, urbanizados o naturales, incluidos el entorno socioeconómico, seleccionando la mejor alternativa para contribuir a un desarrollo ambientalmente sano y sostenible, con el objeto de lograr la mejor calidad de vida para la población.</p>	<p>MÉXICO            Programa de Certificación de Edificaciones Sustentables (PCES) Pretende establecer un estándar para calificar los edificios tanto habitacionales como comerciales y ofrecer así una serie de incentivos fiscales, que van desde descuentos en el impuesto predial y licencias de construcción hasta financiamientos a tasas preferenciales y rapidez en la ejecución de trámites.</p>
<p>Ley 1715 de 2014:            “Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional”. En la cual se promueve el desarrollo y la utilización de las fuentes no convencionales de energía, principalmente aquellas de carácter renovable, y establecer el marco legal y los instrumentos para la promoción del aprovechamiento de las fuentes no convencionales de energía, principalmente aquellas de carácter renovable, lo mismo que para el fomento de la inversión, investigación, y desarrollo de tecnologías limpias para producción de energía, la eficiencia energética y la respuesta de la demanda, en el marco de la política energética nacional .</p>	<p>MÉXICO            NMX-AA-164-SCF1-2013 de Edificación Sustentable            Esta norma mexicana, de aplicación voluntaria a nivel nacional, especifica los criterios y requerimientos ambientales mínimos de una edificación sustentable. Aplica a las edificaciones y sus obras exteriores, ya sean individuales o en conjuntos de edificios, nuevas o existentes, sobre una o varios predios, en arrendamiento o propias.            Se aplica a una o varias de sus fases: diseño, construcción, operación, mantenimiento y demolición, incluyendo proyectos de remodelación, renovación o reacondicionamiento del edificio.</p>
<p>Decreto 1077 de 26 de mayo de 2015. “Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio”. En lo relacionado con los lineamientos de construcción sostenible para edificaciones para edificaciones,</p>	<p>EE.UU            Norma 90.1, Norma sobre la Energía de Edificios excepto Edificios de Baja Altura para Uso Residencial.            Se hace referencia en la Legislación Federal. Proceso de desarrollo por consenso acreditado por ANSI. A</p>

<p>encaminados al mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes y al ejercicio de actuaciones con responsabilidad ambiental y social, así como el seguimiento, incentivos y rigor subsidiario.</p>	<p>cumplido 35 años de uso la Norma 90.1 La versión 2010 de esta Norma ha sido establecida por el Departamento de Energía de U.S.A. (DOE) como la Norma de referencia para los códigos de energía en los edificios comerciales que cumplen con el Acta de la Política de Energía.</p>
<p>Decreto 1285 de 2015:  “Por el cual se modifica el Decreto 1077 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio, en lo relacionado con los lineamientos de construcción sostenible para edificaciones” En el cual se decreta que en la parte 2, del libro 2 del Decreto 1077 de 2015, tendrá un Título 7. En el que se establecen lineamientos de construcción sostenible para edificaciones, seguimiento, incentivos y rigor subsidiario.</p>	<p>EE.UU  Normas y Códigos Básicos (baseline) – ICC International Building, Plumbing, Mechanical and Energy Conservation Códigos:  Se hace referencia del IBC y IECC en la Legislación Federal. En U.S.A. el IBC ha sido adoptado a nivel estatal o municipal en los 50 Estados y en Washington D.C. El IECC se refiere a eficiencia en la energía en varios aspectos incluyendo reducción de costos, ahorro en el uso de energía, conservación de los recursos naturales y el impacto en el medio ambiente del uso de energía.</p>
<p>Resolución 0549 del 10 de julio de 2015:  “Por el cual se reglamenta el Capítulo 1 del Título 7 de la parte 2, del libro 2 del Decreto 1077 de 2015, en cuanto a los parámetros y lineamientos de construcción sostenible y se adopta la Guía para el ahorro de agua y energía en edificaciones “. En la cual se establecen los porcentajes mínimos y medidos de ahorro en agua y energía a alcanzar en las nuevas edificaciones y adoptar la guía de construcción sostenible para el ahorro de agua y energía en edificaciones encaminadas al mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes y al ejercicio de actuaciones con responsabilidad ambiental y social. El cumplimiento de los porcentajes de ahorro en agua y energía se exigirá, según el número de habitantes de los municipios, distritos y su implementación se hará gradualmente y en nuevas edificaciones podrán aplicarse de manera voluntaria.</p>	<p>EE. UU  Norma Nacional de Edificación Sustentable ICC 700 (ICC 700 National Green Building Standard), publicada en enero de 2009 por la Asociación Nacional de Constructores de Casas (National Association of Home Builders, NAHB), es el único sistema de calificación de edificios residenciales sustentables aprobado como norma nacional estadounidense por el ANSI.  -El Código Internacional de Construcción Sustentable (International Green Construction Code, IgCC), creado por el Consejo Internacional de Codificación (International Code Council, ICC), fue el primer código modelo que incluyó medidas ecológicas en un proyecto integral de construcción y su sitio: desde el diseño hasta la construcción, la ocupación y más allá.</p>
<p>Resolución 0472 del 28 de febrero de 2017. “Por el cual se reglamenta la gestión integral de los residuos generados en las actividades de construcción y demolición - RCD y se dictan otras disposiciones”. En la cual se establece las disposiciones para la gestión integral de los residuos de construcción, y demolición RCD y aplica a todas las personas naturales y jurídicas que generen, recolectan, transporten, almacenen, aprovechen y dispongan residuos RCD de obras civiles o de otras actividades conexas en el territorio nacional con metas de aprovechamiento y disposiciones finales.</p>	<p>PERÚ:  Código Técnico de Construcción Sostenible 2014;tiene por objeto normar los criterios técnicos para el diseño y construcción de edificaciones y ciudades, a fin que sean calificadas como edificación sostenible o ciudad sostenible  Norma Técnica Peruana 399.405:2007. Sistemas de Calentamiento de Agua Con Energía Solar. Definición y pronóstico anual de su rendimiento mediante ensayos en exterior.</p>
<p>CONPES 3919 del 23 de marzo de 2018 - (Consejo Nacional de Política Económica y Social) aprueba la Política nacional de construcción sostenible, con una sentencia por parte del Departamento de Planeación</p>	<p>ARGENTINA  Ley 10635, Arquitectura Sostenible; trata sobre el ahorro y el uso racional de energía en todas las fases de la construcción y utilización de obras de arquitectura, el</p>



<p>Nacional (DPN) acerca de sus expectativas: ...” todas las edificaciones del país, nuevas y usadas al año 2030, deben ser sostenibles”.</p>	<p>ahorro y uso racional de los recursos hídricos y la gestión integral de residuos en todo tipo de edificios, la mejora de la calidad de vida de todos los entrerrianos y el cuidado de los recursos naturales para las generaciones venideras, la disminución del impacto ambiental negativo de la construcción y utilización de edificios.</p>
	<p><b>ARGENTINA</b>  Ley 13059 2010 Establece las condiciones de acondicionamiento térmico exigibles en la construcción de edificios.  Beneficios más representativos de la aplicación de esta ley es contemplar los costos de mantenimiento y funcionamiento del edificio, e indirectamente disminuir los consumos energéticos destinados al acondicionamiento térmico.</p>
	<p><b>CANADÁ:</b>  El Código Nacional de Energía para la Construcción (NationalEnergyCodeforBuilding, NECB) de 2011 y la norma suplementaria SB-10 “Suplemento de Eficiencia Energética” de la Asociación Canadiense de Normalización (Canadian Standard Association’sSupplementary Standard SB-10 “EnergyEfficiencySupplement”) incluyen elementos de eficiencia energética en el diseño y la construcción.</p>
	<p><b>BRASIL:</b>  - Decreto presidencial N.7746/2012 Establece la sostenibilidad como uno de los criterios principales a tomar en cuenta en especificaciones técnicas de licitación, adquisición de bienes, contratación de servicios y construcción.   Iniciativas de legislación para incentivar la edificación sostenible en las municipalidades del país.  - Ley Municipal 6.793/2010 de Sao Paulo.  - Decreto 35745/2012 Rio de Janeiro, se promueve la construcción sostenible por medio de incentivos fiscales administrativos.</p>

*Tabla 2. Normatividad nacional e Internacional en construcción sostenible*

## 5. Cuerpo de monografía

### 5.1 Prácticas en construcción sostenible

#### 5.1.2 Lean Construction & BIM

Lean Construction es una herramienta que se adopta en los procesos constructivos, donde mediante la modulación, manejo y programación de los materiales se reducen desperdicios y por ende, costos y tiempo. Los objetivos principales de Lean Construction (en adelante LC) es eliminar el desperdicio de producción (Stankovic, Kostic, & Popovic, 2014) LC frecuentemente se enfoca en las barreras y la promoción para la adopción de prefabricación, (Goh & Goh, 2019) proporciona y evalúa recomendaciones para mejorar la eficiencia la construcción modular a través de la aplicación de conceptos Lean. Un modelo de simulación detallado de línea base (La construcción modular y la prefabricación ofrecen importantes beneficios. sobre los métodos de construcción tradicionales y son vistos como el camino a seguir en aumentar la competitividad de la industria. Por otra parte puede reflejarse como una práctica sostenible ya que indirectamente se reduce la sobreexplotación de recursos naturales. En algunos países se ha estudiado cómo puede favorecer la calidad ambiental al implementar este tipo de herramientas o prácticas que se emplean tanto en el diseño como en la ejecución del proyecto obra o actividad. Debido a los beneficios que traen los dos instrumentos o herramientas, es importante unificarlos para complementarlos y de esta manera los impactos positivos sean magnificados, sin embargo se ha evidenciado que en países como Malasia la problemática está enfocada en cómo las organizaciones no tienen suficiente interés acerca de cómo mejorar eficiencias y aumentar los impactos ambientales positivos con la integración (Jamil & Fathi, 2016) algo que puede compararse con la situación en Colombia.

En países como china se ha fortalecido la herramienta de Lean Construction en conjunto con otras actividades que se realizan en las obras de construcción como LASTPLANNER, ésta corresponde a una reunión semanal donde participan las personas involucradas en el proyecto y con un grado de decisión importante con el fin de establecer metas y planear las actividades de la semana.

Para implementar con éxito LPS es importante especificar el objetivo del proyecto, establecer equipos, usar un plan prospectivo para la preparación. -Hacer un plan de trabajo semanal, convocar una conferencia del plan de la primera semana. -Rastrear la viabilidad del plan. -Realizar un seguimiento de los motivos de los cambios en el plan y construir métodos para mejorar.(S. Li, Wu, Zhou, & Liu, 2017)

El concepto BIM se puede definir como un conjunto de políticas, procesos y tecnologías que conciben una metodología de trabajo que hace posible la gestión de dibujos en 3D y otros datos del proyecto en formato digital, durante todo el ciclo de vida del edificio. Es un proceso integrado con características funcionales y físicas de un proyecto. De esta manera y en aras de que estos proyectos se deben ejecutar y entregar en los tiempos establecidos se creó la necesidad de la implementación de diseños enfocados en la modulación. La práctica como tal de LEAN CONSTRUCTION puede no llegar a ser tan riguroso o ver cambios significativos y más cuando no hay suficiente compromiso de los actores involucrados y colaboradores en la toma de decisiones. Por ende se debe integrar prácticas, metodologías y herramientas ya que son claves para aumentar la efectividad, evitando que se vuelva una práctica sólo económico, sino además sea visto con desde el ámbito de sostenibilidad. El uso del método BIM en la industria de arquitectura, ingeniería y construcción, es una manera de optimizar el rendimiento y reducir los impactos en el medioambiente. (Carvalho, Bragança, & Mateus, 2019)

La relación entre impactos ambientales y económicos positivos al implementar Lean Construction son directamente proporcional ya que se pueden generar mayores reducciones en los costos de materiales por minimización de desperdicio además menores costos en consumo energético y menores emisiones atmosféricas(Carvajal-Arango, Bahamón-Jaramillo, Aristizábal-Monsalve, Vásquez-Hernández, & Botero, 2019). Lo que indica que los beneficios que trae la implementación de herramientas en reducción de desperdicio como Lean Construction son claves para la generación de impactos ambientales positivos y como tal la edificación pueda llegar a ser sostenible sin estar certificado. La reducción de tiempos al realizar evaluación e integraciones en flujos de trabajo BIM es una oportunidad para la utilización de herramientas a gran escala donde la inclinación principal de una empresa es la cultura y educación (Tauriainen, Marttinen, Dave, & Koskela, 2016). De igual modo se puede implementar junto a LC herramientas de gestión

ambiental como multi-objetivos para optimizar los recursos, de esta forma se mejora la producción, el rendimiento y minimiza desperdicios ambientales (Golzarpoor, González, Shahbazpour, & O'Sullivan, 2017). Es claro que aunque esta práctica no es nueva, está cogiendo cada vez más fuerza debido a los beneficios que trae en los procesos constructivos, esto se debe a que no solo se evidencia mejoras desde lo económico y reducción de costos sino también ambientales y sociales. Per se desde el diseño y planificación de los proyectos de edificación se está incorporado Lean Construction, implementando a su vez prácticas de sostenibilidad que ayudan a cumplir muchas veces con los criterios requeridos en certificación en edificios o construcción verde.

Es importante resaltar el éxito que ha tenido Arizona con las políticas gubernamentales y de servicios públicos con incentivos para alentar a los propietarios de edificios a utilizar energía eficiente, y tecnologías, entre estos incentivos se encuentran los programas de eficiencia promovido por empresas de servicios eléctricos, estándares de electrodomésticos, códigos de construcción, diversos incentivos financieros como descuentos, subvenciones o préstamos, reducciones directas del impuesto sobre la renta y requisitos para divulgar el uso de energía del edificio (Qiu & Kahn, 2019).

### 5.1.3 Educación y participación

Debido a la magnitud de la extracción de recursos naturales no renovables y renovables, las emisiones, cambio del suelo, entre otros que pueden generarse por las diferentes actividades productivas. Una cantidad considerable de países se han unido a convenios y metas con el fin de combatir la aceleración del cambio climático y luchar por la conservación de ecosistemas naturales. Como se ha mencionado antes, el sector de la construcción es uno de los mayores generadores de impactos ambientales, debido al consumo de materiales, agua, energía, entre otras cosas. Muchas constructoras tienen actualmente es su línea de mercado el movimiento de la construcción sostenible que se enfoca en consumidores y compradores más conscientes, con mayor acceso a información, que están optando por vivienda y espacios sostenibles. Si bien nuevas generaciones buscan eco-viviendas o espacios ambientalmente más amigables. Es vital que el gobierno Colombiano eduque y capacite no solo a empresas constructoras mediante guías, normas

planes y políticas sino también a los compradores y que se den beneficios por obtener viviendas sostenibles certificadas mediante programas. Siendo sumamente importante las preferencias del consumidor a la hora de elegir un tipo de certificación.

En ese sentido, el gobierno de Alemania ha desarrollado sistemas de certificación para evaluar la vivienda sostenible e informar mejor a las partes interesadas y de esta manera mejorar la sostenibilidad en el sector de la vivienda. Uno de los resultados tuvo que para los encuestados, era de gran importancia que tuvieran acceso a transporte público y que la zona fuera segura (Rid, Lammers, & Zimmermann, 2017). En (Oke, Aghimien, Aigbavboa, & Musenga, 2019) al utilizar encuestas con datos cuantitativos recopilados de profesionales de la construcción dentro de la industria de la construcción, se puede determinar el nivel de conciencia e implementación de las prácticas de construcción sostenibles y determinar los impulsores más importantes para el desarrollo de esta práctica en el sector. Los actores tanto como, corporativos, desarrolladores, compradores, y los organismos privados) desempeñan un papel importante en el desarrollo de una combinación estratégica que conduciría a desarrollo, sin embargo, el gobierno como organismo regulador desempeña el papel más importante en el desarrollo de la mezcla estratégica que conducirá a un futuro de recursos eficiente (Sharma, 2018).

#### 5.1.4 Bioclimática- consumo energético

Los diseños bioclimáticos son estrictamente dependientes de la variación climática ya sea por factores naturales o antrópicos. Entre el siglo 20 y 21 el estrés por calor acumulativos es más del 50 %, lo que genera significativos aumento en la demanda de refrigeración, mayores emisiones de carbono.(D. H. W. Li, Pan, & Lam, 2014). Las Estrategias y técnicas pasivas, como recinto eficiente del edificio con especial atención a la protección solar y la protección contra el aire, el agua caliente doméstica, el suministro de fuentes de energía renovable, los sistemas de ventilación mecánica colectiva eólica con recuperación de calor: deben abordarse en la fase de diseño para garantizar el ahorro de energía (Mohamed, 2019).

La protección solar y la reducción de las ganancias solares directas y la ventilación natural resultan ser las estrategias de diseño más efectivas para contrarrestar los cambios climáticos en los edificios futuros (Flores-Larsen, Filippín, & Barea, 2019).

Así mismo en Estados Unidos se realizó un estudio por medio de 56 escenarios, en cuatro modelos climáticos, tres periodos diferentes de tiempo y siete zonas climáticas distintas con datos históricos, en el cual se exploró a fondo los impactos potenciales del cambio climático en zonas climáticas que se relacionan directamente con el consumo energético del edificio. En el cual se diagnostica que la demanda de energía es sensible al tipo de edificio y la ubicación, los resultados demostraron que la demanda de refrigeración aumentaría significativamente para los años 2050 y 2080, mientras que el uso de calefacción caería. Así mismo se identifica que el uso de la calefacción aumentaría de 41% a 87%, con esto las sugerencias que realizan los investigadores para las edificaciones son; utilizar aislamiento térmico, hacer cambios en los diseños de los equipos y dispositivos para calefacción, sin embargo, con la intervención gubernamental el aumento en el gasto energético se vería reflejada solamente con el 28% (Zhai & Helman, 2019).

## 5.2 Incentivos económicos

### 5.2.1 Prácticas algunos países

Los incentivos que proveen los estados a las distintas empresas o instituciones que se vinculan a la sostenibilidad en la construcción, se han identificado claramente los incentivos financieros, específicamente los incentivos a la evaluación del impuesto de la propiedad con el fin de alentar el crecimiento de construcción ecológica a nivel local, en el que se pueden asumir que hay tres tipos de modelos proporcionados por varios países, los cuales son; Incentivos de reducción, de exención y de reembolso, de esta forma, se encontró que cinco países ofrecen reducciones en la propiedad como incentivo, dentro de los cuales se encuentra; Rumania, España, Italia, Canadá y Estados Unidos, así pues los estados que proporcionan exenciones a los incentivos de tasación del impuesto a la propiedad son Bulgaria y Estados Unidos, y Los estados que ofrecen descuentos en las evaluaciones de impuestos a la propiedad como un incentivo para la construcción verde son Malasia, India y Estados Unidos. Se evidencia que Estados Unidos es

el único país que brinda todos los tres tipos de incentivos de tasación de impuestos a la propiedad. Sin embargo es importante resaltar que estos incentivos son asumidos por los estados locales, y que sin lugar a dudas los contribuyentes disfrutarán de numerosos beneficios de la integración de componentes verdes en sus edificios, mientras tanto la autoridad local debe asegurar mantener los ingresos fiscales para dichos incentivos (Shazmin, Sipan, & Sapri, 2016).

Por otro lado en Singapur a través de las políticas, planes, proyectos e incentivos nuevos puede incrementar los cambios en la práctica de la construcción sostenible, donde utilizan encuestas con el fin de identificar las necesidades del mercado y qué incentivos pueden ser mejor empleados (Yin, Laing, Leon, & Mabon, 2018).

Hay que aclarar que los incentivos no solo pueden ser por medio de certificaciones sostenibles mediante la construcción de edificaciones. Existen otra tipología que es el paisajismo y la incorporación de zonas y espacios verdes, el paisajismo natural provee grandes beneficios como regulación de microclima, mejora el confort visual. Países como China dan incentivos a proyectos que han implementado este tipo de prácticas en el cual se otorgan a corto y largo plazo. Muestran como los a corto plazo afectan significativamente el desarrollo de tierras industriales, incluida la intensidad de la competencia, el límite de edad y la tenencia; mientras tanto, los incentivos de promoción a largo plazo tienen efectos indirectos en los paisajes industriales al promover más construcción de infraestructura (He et al., 2019).

Es necesario que el gobierno adopte nuevas estrategias que hará incentivos para ser más alentadores para el propietarios Además, el gobierno debe abordar los incentivos que pueden ser otorgados a los propietarios a fin de Sostener las razones para incentivar la compra de este tipo de proyectos y evitar la pérdida de recursos por parte del propio gobierno (Olubunmi, Xia, & Skitmore, 2016).

De acuerdo a estudios realizados en Estados Unidos respecto a la construcción sostenible, se sugiere que se continúe examinando el uso de la tierra y la expansión urbana en la dimensión económica, y de esta manera identificar las barreras locales e incentivos mediante los gobiernos locales que puedan influir en la industria del desarrollo de la inversión privada especialmente en áreas sin actividad actual. Al crear los incentivos más adecuados para las comunidades locales en las dimensiones: económicas, políticas, de conciencia pública y organizacional; las partes interesadas tienen el potencial de encontrar vías para avanzar (Cease, Kim, Kim, Ko, & Cappel, 2019).

De esta forma, en Colombia existe el CONPES 3919, el cual enmarca en los objetivos del PND 2014- 2018 que se articulará con la Misión de Crecimiento Verde en lo relacionado al uso eficiente de los recursos del agua, la energía, el suelo, la madera y otros materiales hacia una economía circular para el sector de las edificaciones.

Ahora bien, en el CONPES, se evidencian los diferentes incentivos económicos que pueden obtener empresas por construir proyectos sostenibles, los cuales son:

1. Exenciones tributarias (Medellín)
2. Reducción en tiempo de trámites (Bogotá)
3. Aumento en la edificabilidad (Bogotá)
4. Exclusión de IVA
5. Tasas preferenciales

En general, es importante resaltar que, para el caso de los tres primeros incentivos mencionados, su aplicabilidad ha estado restringida al nivel local, específicamente a Bogotá y Medellín, que son las únicas ciudades que han identificado programas y normas para aplicar la exención de impuestos, la reducción en tiempos de trámites y el aumento en la edificabilidad (Abel & Flórez, 2018). La participación de los actores principales en Colombia se queda corta comparada con el crecimiento en prácticas de sostenibilidad y certificaciones en construcción sostenible.



En Colombia, la implementación de tecnologías limpias es un tema tratado por diversos estamentos del sector público y privado. En los últimos años se ha observado un avance significativo, pero aún falta investigación y conciencia. Ser sostenible en la construcción implica el análisis de indicadores de diferentes factores, y que se tome a consideración el costo beneficio existente entre la generación de recursos y el impacto sobre el medio ambiente. Sin embargo la sociedad moderna está tomando conciencia de la necesidad de la aplicación de las tecnologías limpias o verdes y que este cambio tiene su origen en la conciencia de la necesidad de la aplicación que ha ido tomando la sociedad sobre lo limitado que son los recursos naturales y que las condiciones climáticas han cambiado producto del mal uso de los recursos disponibles, además del crecimiento poblacional excesivo (Ruiz Ariza & Jiménez Coronado, 2017).

### 5.3 Materiales de construcción

La incorporación de materiales reciclados en los procesos constructivos se ha establecido como uno de los principales contribuidores en la construcción sostenible, investigadores han puesto su mirada en algunos residuos que incluso pueden ayudar a dar mayores resistencias lo que genera altas expectativas en su uso sabiendo que .La mayoría de materiales vírgenes requieren mucho de la energía cuando se extrae y fabricado y estos procesos emiten grandes cantidades de gases de efecto invernadero y la contaminación (Raabe, Tasan, & Olivetti, 2019). No obstante han surgido normas para promover la disminución en la generación de estos residuos y su aprovechamiento, tanto interno como externo en el proyecto obra o actividad. Anteriormente se describieron las prácticas de sostenibilidad que pueden ayudar en minimizar los residuos como Lean Construction y BIM. Pero debido a los grandes volúmenes de residuos se empieza a crear la necesidad de incorporar estos residuos y darles utilidad, como es el caso de los materiales. Es importante destacar que actualmente falta conocimiento sobre el uso de estos materiales reciclados, ya que en países como Holanda su uso es obligatorio, y es posible su utilización para concretos estructurales. Los más usados son los termoplásticos que son combinados con fibras a base de celulosas, yeso y lana mineral (Sormunen & Kärki, 2019). En un escenario futuro en el que todo el hormigón es hormigón reciclado, será necesario reciclar el Hormigón reciclado. Sin embargo, se sabe que el

reciclaje de concreto puede implicar una pérdida de propiedades y como tal resistencia. Aunque en los últimos años ha sido un foco de estudio el concreto para mortero el cual también es considerable puede ser más flexible con la incorporación de estos residuos (Thomas, de Brito, Cimentada, & Sainz-Aja, 2019). Se estudian las características de estos concretos con porcentaje reciclado, dando como resultado que no todos pueden llegar a ser reciclados varias veces después de su uso, ya que pueden presentar fisuras y porosidad, mediante una técnica innovadora, la microtomografía computarizada. La incorporación a los conglomerados cementantes de residuos de construcción y/o demolición triturados tiene como objetivo conseguir un balance medioambiental positivo, de manera que la industria de la construcción asuma residuos de diversos orígenes, la incorporación de vidrio al mortero en los porcentajes estudiados tiene como consecuencia una mejora de las propiedades de físicas, lo que resulta coherente con los valores determinados de velocidad de transmisión de ultrasonidos, inversamente relacionada con las mencionadas propiedades (Flores-Alés, Jiménez-Bayarri, & Pérez-Fargallo, 2018).

De esta forma residuos no biodegradables, que podrían ser reciclados y reutilizados como sellantes de fisuras en pavimentos asfálticos. Los materiales reciclados fueron caucho proveniente de las llantas usadas de los vehículos y poliestireno (icopor) (Sofía & Infante, 2015). Se estableció que el poliestireno expandido como polímero mantiene y mejora las propiedades elásticas del ligante, mientras que la llanta mejora propiedades como la susceptibilidad térmica, la resistencia a la fatiga, la inflamabilidad y la resistencia a los solventes. Además proponen que el gobierno promueva el uso de estos residuos en pavimentos.

Otras prácticas comunes es la mezcla de 3% PET y 5% de escombros reciclados aplicados a subbase. En la cual se han realizado pruebas triaxiales de carga repetida, obteniendo resultados superiores con respecto a los requisitos mínimos para uso en subbase (Perera, Arulrajah, Wong, Horpibulsuk, & Maghool, 2019).

Se encuentran además materiales como pinturas, que aplicadas hacen las Paredes fotocatalíticas, que al combinar el dióxido de titanio con luz y oxígeno genera una reacción de fotocatalisis purificando el aire, sin embargo esta alternativa no solo puede ayudar a purificar el aire por medio de la degradaciones del formaldehído sino también reducción de la carga térmica. La recuperación de la inversión inicial en estas paredes puede tardar unos 12,1 años solo teniendo en cuenta el ahorro eléctrico por la calefacción interior (Yu et al., 2018). Así mismo, en un estudio realizado en 2015 por la Universidad Nacional de Colombia, se evalúa la tecnología LED para aplicaciones de alta potencia en iluminación industrial, en el cual se encontró que con esta tecnología se ofrece la posibilidad de optimizar los costes de iluminación reduciendo en torno a un 50% el consumo energético sustituyendo las luminarias de halogenuros metálicos por LED de 200W. (Serrano-Tierz, Martínez-Iturbe, Guarddon-Muñoz, & Santolaya-Sáenz, 2015)

## 5.4 Certificaciones Construcción sostenibles

### 5.4.1 Revisión de certificaciones en diferentes países

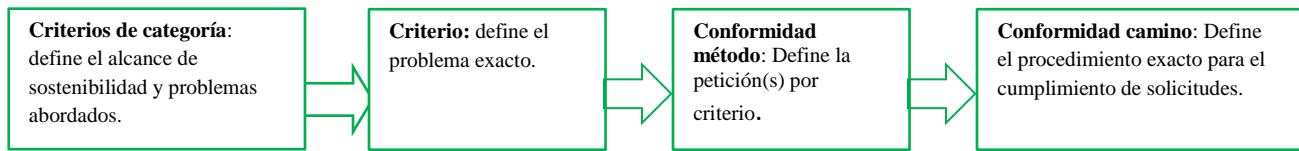
Las certificaciones en construcción sostenible manejan criterios similares donde la reducción en el consumo de agua y energía es uno de ellos. LEED es el más común y el que más edificaciones tiene certificadas. Los beneficios que estas prácticas trae corroboradas por los estudios actuales, tales como se evidencia en el estudio, se ha analizado el costo- beneficio y el periodo de recuperación de dos edificios ubicados en Turquía. En donde se estudian edificios con certificaciones en categorías Platino y Oro según la certificación LEED, se estudiaron sistemas para presentar los gastos reales causados por la ecologización. Además el costo adicional de construcción fue de 7.43% y 9.43%, para oro y platino respectivamente. La participación del costo total de construcción fue de 0.84% y 1.31%, la reducción en el costo anual de consumo de energía fue de determinado como 31% y 40%, también se calculó que el período de recuperación del costo de construcción adicional fue de 0,41 y 2.5 (Uğur & Leblebici, 2018). Observando de esta manera que el costo adicional que se invierte en una edificación certificada en construcción sostenible no

se compara con el tiempo en que se logra recuperar la inversión y adicional a esto el beneficio a nivel ambiental que se realiza debido a la reducción de los consumos energéticos que normalmente se generan en una edificación en operación.

En China se han analizado dos tipos de certificaciones en construcción sostenible; LEED, que es una certificación internacional y 3-Star certificación china y usada solo en ese país, en el cual se evalúa la eficiencia de esta última según la exigencia de sus criterios, teniendo en cuenta factores como, la ubicación geográfica, funciones de construcción y características socioeconómicas. Dicha información fue consultada en la base de datos para edificaciones sostenibles (GBMAP), y como resultado se encuentra que la mayoría de certificaciones son realizadas con LEED, evidenciándose así mayor presencia en la zona central del país y en aquellas ciudades que tienen una mejor inversión en el sector inmobiliario, PIB más alto o que sean empresas internacionales (Zou, 2019). Lo cual muestra a la certificación LEED, como una herramienta muy confiable a nivel mundial, y que además da a los usuarios y constructores resultados esperados en cuanto a economía, credibilidad, efectos positivos en el ambiente, entre otros.

En un estudio realizado en Brasil sobre la certificación LEED, en 276 proyectos, se observan aspectos positivos, como son los diferentes niveles de certificación, en un intento de reconocer y premiar los proyectos más alineados con los principios de sostenibilidad. Pero además se encontró que los edificios pueden llegar a certificarse incluso ignorando las categorías más importantes (Demanda energía y materiales) (Obata, Agostinho, Almeida, & Giannetti, 2019).

La certificación LEED aunque no haya sido la primera en surgir hasta el momento está presente en alrededor de 170 países, no obstante su sistema de certificación ha mejorado notablemente en la actualización de sus versiones (Doan et al., 2017), evidenciándose así credibilidad en los proyectos certificados y ahorros eficientes.



*Ilustración 2. Representación esquemática de la estructura de los sistemas de certificación. Adaptado de (Stankovic et al., 2014).*

## 5.4.2 Certificaciones en Colombia

Entre los métodos más utilizados en Colombia, en Construcción Sostenible se encuentran las herramientas LEED (Leadership in Energy & Environmental Design), EDGE (Excellence in Design for Greater Efficiencies), CASA COLOMBIA (Casa Colombia Referencial), BREEAM (Building Research Establishment Environmental, Assessment Methodology), DGNB (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen), IISBE (International Initiative for a Sustainable Built Environment). En la presente investigación se tratan especialmente las tres primeras certificaciones. Actualmente se ha creado el Consejo Mundial de Construcción sostenible (World Green Building Council), en este ente se encuentran los principales concejos de construcción sostenible de más de 70 países, en los cuales se pueden analizar las certificaciones de construcción sostenible que implementan de acuerdo con su normativa y parámetros (León, 2018).

### 5.4.2.1 Sistemas de Certificación en Construcción Sostenible en Colombia

La Cámara Colombiana de la Construcción es el proveedor exclusivo de servicios de certificación EDGE en Colombia (CAMACOL, 2018), el Consejo Colombiano de construcción sostenible CCCS, es el autorizado para la certificación de Casa Colombia, y la certificación LEED es otorgado directamente por la U.S. Green Building Council (USGBC). (CONSEJO DE CONSTRUCCION VERDE DE EEUU, 2019)

#### 5.4.2.1.1 Certificación LEED.

“Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental” reconoce las estrategias y mejores prácticas de construcción, mediante distintos niveles de certificación que se alcanzan con créditos adaptados a las necesidades de cada proyecto. Se enfoca en el desempeño del edificio y tiene versiones para construcciones nuevas, edificios existentes, operación y mantenimiento, interiores comerciales y envolvente y núcleo, este se enfoca en el uso racional de los materiales, consumo eficiente de energía y agua, dando resultado a un proceso de certificación como, cumple o no cumple.(CONSEJO DE CONSTRUCCION VERDE DE EEUU, 2019)



*Ilustración 3. Logo LEED. Fuente: (CONSEJO DE CONSTRUCCION VERDE DE EEUU, 2019)*

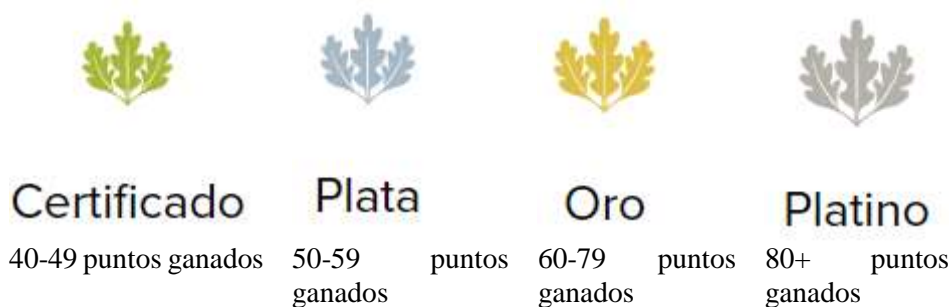
El sistema LEED está compuesto por varias herramientas que permiten aplicarse en todos los tipos de edificios y todas las fases de construcción, incluidas las de nueva construcción, acondicionamiento interior, operaciones y mantenimiento, y núcleo y carcasa.(CONSEJO DE CONSTRUCCION VERDE DE EEUU, 2019) Su metodología se basa en crear estrategias en las diferentes etapas las cuales permiten obtener créditos que se clasifican por categorías relacionadas a los impactos medioambientales generados durante el proyecto. Sus categorías incluyen parcelas sostenibles, proceso integrador, localización, transporte, calidad del aire interior, eficacia en el uso del agua, energía y atmósfera, calidad en materiales y recursos, innovación regional y prioridad regional, es decir todas las fases del ciclo de vida del edificio. (León, 2018)

LEED permite certificar el proyecto de acuerdo con su uso con los siguientes sistemas:

- LEED BD+C: para edificios de nueva construcción y grandes remodelaciones.
- LEED ID+C: para diseño de interiores + construcción
- LEED O + M: para operación de edificios + mantenimiento
- LEED-ND para desarrollo de vecindades
- LEED-Homes: para viviendas unifamiliares (Casas).
- LEED Ciudades y comunidades: Para ciudades enteras y subsecciones de una ciudad.
- Recertificación LEED: Para proyectos que han obtenido previamente la certificación LEED
- LEED Zero: Para proyectos con objetivos netos cero en carbono y / o recursos.

(CONSEJO DE CONSTRUCCION VERDE DE EEUU, 2019).

Los proyectos que persiguen la certificación LEED obtienen puntos en varias categorías: ubicación y transporte, sitios sostenibles, eficiencia del agua, energía y atmosfera, materiales y recursos, calidad ambiental interior, innovación y más. Según el número de puntos alcanzados, un proyecto obtiene uno de los cuatro niveles de calificación LEED: Certificado (40-49 puntos ganados), Plata (50-59 puntos ganados), Oro (60-79 puntos ganados) o Platino (80+ puntos ganados).



*Ilustración 4 Clasificación certificación LEED (CONSEJO DE CONSTRUCCION VERDE DE EEUU, 2019)*

#### 5.4.2.1.2 CERTIFICACIÓN EDGE

“Excellence in Design For Greater Efficiencies”, es una innovación de IFC, esta herramienta permite a los desarrolladores y empresas constructoras rápidamente identificar las maneras más efectivas de reducir energía, agua y recursos en los materiales de construcción, mediante un software de uso gratuito que ayuda a diseñar edificios verdes en más de 100 países. EDGE calcula los ahorros durante el uso del edificio así como la reducción de las emisiones de carbono comparado con el caso base. Estas estrategias son integradas en el diseño del proyecto, verificadas por un auditor EDGE y certificados por GBCI .EDGE funciona con una gran variedad de edificios residenciales y comerciales en más de 100 países, incluyendo casas y apartamentos, hoteles y centros turísticos, edificios de oficinas, hospitales y establecimientos comerciales, los actores interesados son: Cliente, auditor, certificadora y certificación.(IFC, 2019)



*Ilustración 5. Logo EDGE (IFC, 2019)*

CAMACOL es el proveedor exclusivo de los servicios de certificación EDGE en Colombia, brindando oportunidades para aumentar la comerciabilidad de los edificios desde la etapa de diseño.(CAMACOL, 2018)





20 % en energía, agua y energía incorporada en los materiales.

Ahorros de energía de un 40 %, con ahorros de agua y materiales de al menos un 20 %.

40 % o más en el emplazamiento; puede lograrlo con energías 100 % renovables o con la adquisición de compensaciones de carbono.

*Ilustración 6. Tipos de certificación EDGE (CAMACOL, 2018)*

#### 5.4.2.1.3 CERTIFICACIÓN CASA COLOMBIA

El Referencial CASA Colombia “para el Diseño y Construcción de Soluciones Habitacionales Sostenibles” es una iniciativa del Consejo Colombiano de Construcción Sostenible (CCCS), cuyo objetivo principal es brindar a la industria de la construcción una herramienta que facilite la construcción sostenible de viviendas, en el marco de una metodología transparente y ágil, en alineación con las políticas nacionales de crecimiento verde (CCCS, 2019).



*Figura 1. Logo casa Colombia. (CCCS, 2019)*



*Ilustración 7. Fuente: Clasificación de certificaciones. (CCCS, 2019)*

Un sistema de certificación CASA COLOMBIA se refiere a todas las fases del proyecto; en planeación, diseño, construcción, operación, mantenimiento y fin de uso. El proyecto debe demostrar el cumplimiento de los porcentajes exigidos en la resolución 0549/2015 y mínimo un 20% de ahorro eficiente de agua, respecto a la línea base establecida por cada proyecto – Condición Obligatoria. Si se alcanzan mayores eficiencias 25, 30, 35, 40, 45 o 50% los proyectos podrán optar por el puntaje de este lineamiento.

El proyecto debe demostrar el cumplimiento de eficiencia energética conforme a la resolución 0549/2015 – Condición Obligatoria. El proyecto debe calcular y modelar su caso base teniendo como referencia el estándar ASHRAE90.1 – 2010 Apéndice G y a partir de esta línea base demostrar 3, 5, 10, 12 o 15% para obtener el puntaje de este lineamiento.

Se realiza un comparativo del proceso de certificación entre estas tres certificaciones, de los proyectos certificados en proceso de certificación, y el requerimiento de los profesionales que se necesitan para obtener la certificación. De esta manera la Guía de construcción sostenible tiene como obligatorio cumplimiento desde 2016 en los municipios con más de 1200.000 habitantes, y desde el año siguiente a su publicación implementar en el resto del país la normativa, para certificar que una edificación cumple con lo exigido tanto en la resolución 549 de 2015 como en la guía,

para las medidas activas; en el momento de aprobación de las redes de agua y energía, el titular de la licencia de construcción deberá presentar ante la respectiva empresa prestadora de servicios públicos una auto declaración que manifieste el cumplimiento de los porcentajes de ahorro con la implementación de las medidas adoptadas para el proyecto. Medidas pasivas; Los planos firmados por parte del diseñador y con la solicitud de la licencia de construcción constituyen certificación juramentada del cumplimiento dentro del diseño arquitectónico con la aplicación de medidas dirigidas a cumplir los porcentajes mínimos de ahorro. Con esto se pretende que todas las nuevas edificaciones que se desarrollen en el país sean más eficientes en el consumo de agua y energía disminuyendo el impacto en el consumo de recursos naturales. Esto permitirá mejorar la calidad y confort de las edificaciones e impulsar la industria de la construcción a estándares competitivos, además de contribuir a la economía de los hogares, reducir el consumo de servicios públicos y disminuir los gases de efecto invernadero.

INDICADOR	LEED	REF. CASA	EDGE
Proceso integrativo	2	2	N/A
Salud y Productividad	14	18	N/A
Energía	32	23	Modelo
Transporte	16	0	N/A
Agua	9	15	Modelo
Materiales	13	11	Aporte Energía
Residuos	2	2	N/A
Uso del Suelo y Ecología	13	23	N/A
Polución	0	2	N/A
Innovación	5	0	N/A
Prioridad Regional	4	0	LB Consumo
Responsabilidad Social	0	6	N/A
Puntos Posibles	110	102	N/A

*Tabla 3. Criterios de sostenibilidad que se tienen para el programa de certificación(CCCS, 2018)*

<b>LEED</b>	<b>EDGE</b>	<b>REF. CASA</b>
Platino	Cumple	Excepcional
Oro	No Cumple	Sobresaliente
Plata		Sostenible
Certificado		

*Tabla 4. Clasificación de las certificaciones en construcción sostenible(CCCS, 2018)*

#### 5.4.3 Procesos de certificación en Colombia.

<b>Certificación EDGE</b>	<b>Certificación Casa Colombia</b>	<b>Certificación LEED</b>
Etapas del diseño (Auditoría con CAMACOL): Ingreso de datos de diseño.	Etapas del diseño: Notificación de aceptación, pago tasa de inscripción y firma del acuerdo.	Registro del proyecto en el USGBC.
Registro del proyecto.	Recomendaciones generales para el proceso, formatos de revisión y asignación del Auditor.	Pre certificación: Definición del tipo de certificación a la que se opta.
Presentación documentación	Entrega de formatos para evaluación de la Fase de Diseño	Pre-evaluación: a partir de los datos obtenidos, intenciones y metas del proyecto.
Informe del auditor	Pago de la tarifa para la verificación de los formatos de diseño	Solicitud de la certificación.
Verificación de certificadora	Fase Construcción Auditoría: Verificación de la información enviada por el Auditor. Entrega de comentarios y observaciones	Revisión preliminar -Revisión final.
Certificación preliminar	Entrega de los formatos para la evaluación de la Fase de Construcción	Certificación LEED.
Etapas de construcción (Auditoría con CAMACOL)	Pago de la tarifa de verificación de los formatos de construcción	

Ingreso de datos de construcción	Verificación de la información. Visita del CCCS al proyecto y entrega de observaciones	
Registro del proyecto	Entrega de la certificación	
Presentación de documentos		
Auditoría de la obra e informe del auditor		
Verificación certificadora		
Certificación EDGE		

*Tabla 5. Proceso de certificación en Colombia. Adaptado de (CCCS, 2018)*

#### 5.4.4 Proyectos certificados en Colombia

<b>Certificación EDGE</b>	<b>Certificación Casa Colombia</b>	<b>Certificación LEED</b>
436,74 m2 Certificados 4 Proyectos con certificación final EDGE 746 Unidades de vivienda 70 Empresas 20 Departamentos 33 Proyectos con certificación preliminar. De esta cantidad, hay 73 131 viviendas registradas. Ya se han certificado 54 553 viviendas.	Más de 25 desarrolladores se encuentran en el proceso de registro, aproximadamente 7.000 viviendas	151 Certificados 2.3 millones de m2 Platino: 16 proyectos. 298.079 m2 Oro: 72 proyectos. 1.162.237 m2 Plata: 41 proyectos. 661.889 m2 Certificado: 22 proyectos. 192.211 m2
85 Proyectos en proceso de certificación.	Vivienda unifamiliar certificada	223 En proceso 3.9 Millones de m2
213 Intenciones de certificación.	Tres (3) proyectos en proceso de certificación (700 unidades de vivienda), uno de ellos, el proyecto. Los otros dos son proyectos de Vivienda de Interés Social.	

*Tabla 6. Proyectos certificados en Colombia. Fuente: basado en (CCCS, 2019; CONSEJO DE CONSTRUCCION VERDE DE EEUU, 2019; IFC, 2019)*

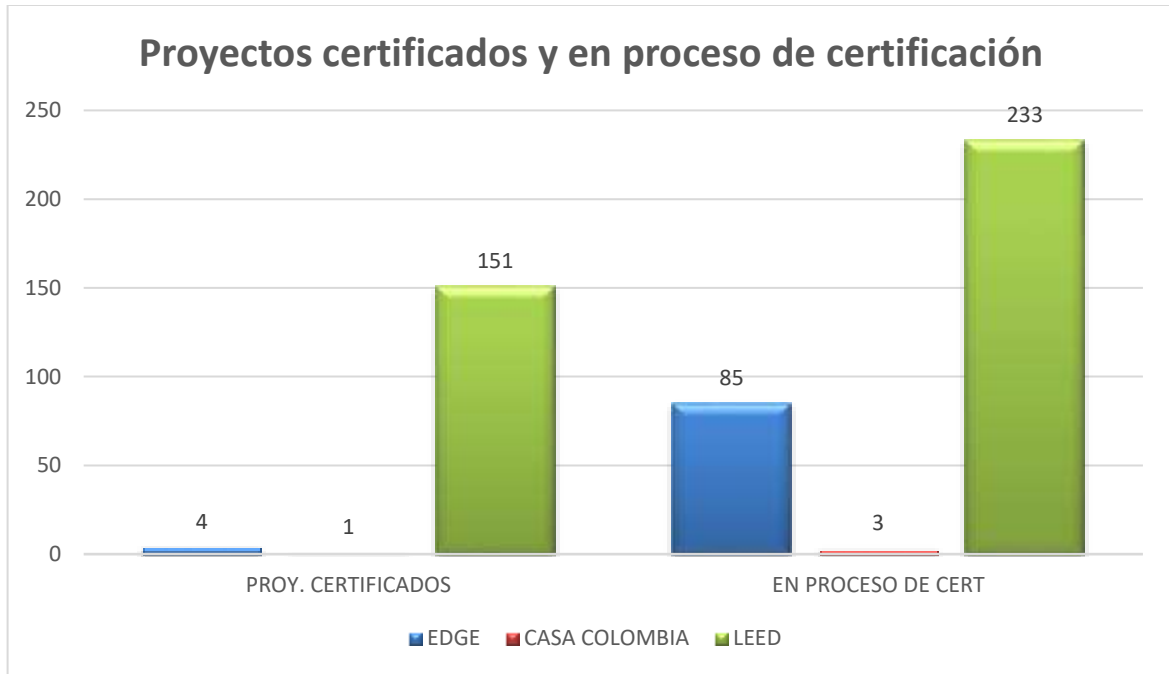


Ilustración 8. Proyectos certificados y en proceso de certificación de las tres certificaciones evaluadas. Fuente: basada en (Lohmeng, Sudasna, & Tondee, 2017)

#### 5.4.5 Requerimiento profesional

Certificación EDGE	Certificación Casa Colombia	Certificación LEED
Experto en EDGE; Forma parte del equipo de diseño del cliente o trabaja en conjunto con él para tomar decisiones; confirma que el proyecto cumpla con la norma EDGE mediante el software EDGE, y prepara el proyecto para la certificación.	Revisión y asignación del Auditor	Coordinador LEED Asesoramiento y seguimiento y coordinación de los pasos a implementar para la obtención del certificado LEED.(Construir, 2017)
Auditor de EDGE; No influye en el diseño del proyecto ni hace recomendaciones y solo interviene una vez que se recibe la presentación del proyecto. El auditor del proyecto revisa la documentación del proyecto, verifica el cumplimiento con los requisitos de EDGE, realiza una verificación rigurosa de la presentación del proyecto y recomienda la evaluación del proyecto a un proveedor de certificación.(IFC, 2019)	Visita del CCCS al proyecto y entrega de observaciones(CCCS, 2019)	Manager LEED: Implementa los requisitos LEED pactados, de la forma y en el plazo establecidos con el coordinador LEED. Generar la documentación necesaria que justifique todas las implementaciones. Documentación que posteriormente recibirá el consultor LEED.

Tabla 7. Requerimiento profesional Fuente: (CAMACOL, 2018; CCCS, 2019; CONSEJO DE CONSTRUCCION VERDE DE EEUU, 2019)

## 5.5 Análisis DOFA

<b>OPORTUNIDADES LEED</b>	<b>FORTALEZAS LEED</b>
- Oportunidad de crecimiento en Colombia	-Mercado reconocido y de alguna manera agregar valor al desarrollo
- Crecimiento en la demanda de certificaciones debido a la normatividad de construcción sostenible.	- Fuerte en los negocios y tiene como objetivo desarrollar el sector de la construcción y crear empleos.
	-Proporciona capacitación activa para las partes interesadas y el examen es más accesible que los competidores
	- Marca global adaptada a diferentes realidades que cubren los requisitos regionales y locales.
	- Evalúa el desarrollo, diseño, documentación y construcción, incluidos los alrededores, no solo el edificio.
<b>AMENAZA EDGE</b>	<b>DEBILIDAD EDGE</b>
Alta competencia con la certificación EDGE en el mercado	- No se realiza seguimiento posterior a la fase de operación y no se evalúa el final del ciclo de vida del proyecto
Alto número de profesionales en el mercado, que pueden empezar a migrar a otras certificaciones	- el enfoque en la documentación y el proyecto;
Perder reconocimiento en caso de que no se ofrezcan diferencias por encima de otras certificaciones.	- Proceso costoso y detallado para certificar un proyecto.
	- Los aspectos subjetivos y los conceptos de diseño son complicados de evaluar e impactan en la comodidad de los ocupantes;
	- Demasiado centrado en aspectos energéticos y menos en los usuarios

*Tabla 8. Análisis DOFA LEED Adaptado de (Doan et al., 2017; Freitas & Zhang, 2018)*

<b>FORTALEZA EDGE</b>	<b>OPORTUNIDADES EDGE</b>
-Mercado reconocido y de alguna manera agregar valor al desarrollo	-Se está estableciendo en el país con altos porcentajes
- Fuerte en los negocios y tiene como objetivo desarrollar el sector de la construcción y crear empleos.	- Cuenta con el apoyo de Camacol y el Banco Mundial
-Proporciona capacitación activa para las partes interesadas y el examen es más accesible que los competidores	- Presenta un objetivo específico de reducción del consumo de energía y agua.
- Marca global adaptada a diferentes realidades que cubren los requisitos regionales y locales.	
- Acompaña el diseño y construcción de la edificación mediante una plataforma que evalúa la sostenibilidad del proyecto.	
Permite a los constructores optimizar sus diseños de forma medible	
Permite obtener un buen rendimiento de un edificio sin tener que sacrificar la integridad del diseño.	
Interviene en el momento más crítico: cuando se inicia el diseño de un proyecto me	

<b>AMENAZA EDGE</b>	<b>DEBILIDAD EDGE</b>
- Presenta una alta competencia con el sistema de certificación LEED.	- sin seguimiento posterior a la fase de construcción: no se evalúa el final del ciclo de vida;
- Evalúa con pocos criterios, lo que puede generar inquietudes en el mercado.	- el enfoque en la documentación y el proyecto;
- Los proyectos de vivienda certificados en el país pertenecen a estratos altos.	- Proceso costoso y detallado para certificar un desarrollo;
	- Los aspectos subjetivos y los conceptos de diseño son complicados de evaluar e impactan en la comodidad de los ocupantes;
	- Demasiado centrado en aspectos energéticos y menos en los usuarios
	No considera la ubicación del proyecto
	No se considera la parte social

*Tabla 9. Análisis DOFA EDGE. Adaptado de (Doan et al., 2017; Freitas & Zhang, 2018)*

<b>FORTALEZAS CASA COLOMBIA</b>	<b>OPORTUNIDADES CASA COLOMBIA</b>
Se enfoca en la certificación de viviendas, VIS y VIP.	Implementación con menores requerimientos que otras certificaciones
Poco complejo el proceso de certificación cumpliendo con la resolución 549 de 2015	Única certificación a nivel local
Se realiza seguimiento durante	
Certificación respaldada por el Consejo Colombiano de Construcción Sostenible.	Requiere los ahorros mínimos reglamentarios de la normativa Colombiana.
Incentivar la generación de vivienda VIS y VIP sostenible, establece una puntuación diferente para este tipo de proyectos.	
Se exige en menor medida cumplimiento de lineamientos opcionales.	
Bancolombia ha lanzado una línea de crédito Verde para Constructores y compradores de vivienda Sostenible. El Referencial CASA Colombia es uno de los sistemas de certificación en Construcción Sostenible que permite acceder de forma directa a estos incentivos.	
<b>AMENAZA CASA</b>	<b>DEBILIDAD CASA COLOMBIA</b>
Poca trayectoria en el mercado	Hace falta promulgar la certificación debido a que no es muy usada en Colombia
- Validez cuestionable.	-Solo es usada para viviendas
Exige solo dos criterios de evaluación	No se tiene en cuenta la parte social
Solo se presenta en el mercado para certificación de viviendas.	No se considera la localización del proyecto.
Es la certificación más fácil de obtener en el país.	

*Tabla 10. Análisis DOFA CASA COLOMBIA. Adaptado de (CCCS, 2019)*



## 6. Resultados

- En Colombia existe un número importante de instrumentos reglamentarios sobre arquitectura y urbanismo sostenible y posee instrumentos significativos como el Sello Ambiental, la Guía de construcción sostenible para el ahorro de agua y de energía en edificaciones, Código de Construcción Sostenible de Barranquilla, el Decreto 1382 de 2014 en el cual se encuentra la “Guía socio ambiental para obras Públicas, Municipio de Medellín”, y la guía socio ambiental del valle de Aburrá, así como la cartilla RCD de Bogotá los cuales son pioneros en aprovechamiento de residuos de construcción y demolición, ya que se exige un porcentaje de aprovechamiento del 25%, respecto a norma nacional “Res 472 de 2017” que indica un incremento del 2% anual, con una meta del 30%.

- Al estudiar cómo se puede integrar herramientas BIM con certificaciones en construcción sostenibles se tiene que todavía falta conocimiento sobre su funcionamiento individual lo que dificulta su implementación, sin embargo se proyecta como una metodología efectiva para lograr altos niveles tanto en BIM como LEED. (Doan et al., 2019)

- En China se han estudiado las empresas que han estado aplicando incentivos financieros y no financieros para construcción sostenible, en consecuencia han creado un modelo teórico basado en un modelo de juego influenciado por el mecanismo de castigo del gobierno y uno basado en el mecanismo de subsidio fiscal del gobierno, con el fin de encontrar las falencias a partir del seguimiento de las prácticas sostenibles que realizan. (Sun & Zhang, 2019)

- Se propone incluir instrumentos de regulación directa en las certificaciones que son actualmente voluntarias pasando a una normativa obligatoria, similar a la Certificación de Eficiencia Energética en Edificaciones Europeas, que sea aplicada a todas las edificaciones tanto construida, como por construir. En esto se sugiere, además, la creación de herramientas más versátiles que permitan facilitar la interactividad del diseño con la certificación, al igual que un ajuste, a raíz de especificidad del contexto, a la ponderación y a la medición del impacto de las estrategias. (Farré et al., 2017).

- Las certificaciones analizadas cumplen con más del 80 por ciento de los criterios establecidos por la normatividad de construcción sostenible de Colombia, permitiendo que se puedan implementar en los diferentes proyectos con sus respectivos usos.

- La certificación CASA COLOMBIA, debe mejorar sus criterios de acuerdo al análisis realizado con las demás certificaciones, ya que deja espacios vacíos en la evaluación de las buenas prácticas durante la ejecución de los proyectos.

- Todavía se encuentra en proceso de mejoramiento la certificación CASA COLOMBIA. (León, 2018)

- Las certificaciones LEED, EDGE y CASA COLOMBIA, enfocan la sostenibilidad mediante el ahorro de agua, y energía básicamente, sin embargo se deja de lado la etapa de funcionamiento del edificio, en el cual no se realizan auditorias de seguimiento o de cumplimiento de estas certificaciones.

- Se evidencian falencias en la resolución 549 de 2015 como lo son, que no reglamenta el cumplimiento de la normativa las oficinas menores a 1500 m<sup>2</sup>, hoteles con menos de 50 habitaciones, centros educativos con menos de 1500 estudiantes, hospitales e instituciones sociales o privadas menores a 5000 m<sup>2</sup>, no se involucran en este proceso de sostenibilidad.

- Es necesario incorporar materiales con índices de sostenibilidad en Conductividad térmica, resistencia térmica, inercia térmica, difusividad, efusividad, calor específico, coeficiente k, temperatura, transmisión calorífica, nivel de contenido energético y densidad. Así como la sustitución de luminarias de halogenuros metálicos por LED, en la que se evidencia un ahorro a largo plazo en coste total de propiedad (TCO) que proporciona el cambio a tecnología LED gracias a su larga vida útil hace posible a las empresas ser más competitivas consiguiendo importantes beneficios en la reducción de costes fijos de la instalación, lo cual contribuye en la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> y en la eliminación de residuos tóxicos como es el mercurio. (Serrano-Tierz et al., 2015).

- En la resolución 549 de 2015, solo se exige declaración juramentada por parte del diseñador en la cual da cumplimiento a los porcentajes de ahorro, sin embargo se debería exigir las memorias de cálculo bioclimático y los resultados de la simulación del proyecto considerado sostenible como los modelo BIM y LEAN CONSTRUCTION, que dan una visión real para que el diseño sea sostenible en ahorro de agua, energía y minimización de desperdicios, donde se deberán cumplir de manera independiente por el diseñador, constructor, el usuario y el administrador inmobiliario.

## 7. Conclusiones

Se realizó una revisión sobre la aplicación de las diferentes prácticas de sostenibilidad que han tenido éxito en otros países y cuáles podrían ser integradas a Colombia, es cuestionable la manera de calificación a nivel mundial en el cual posicionan a Colombia como uno de los pioneros en construcción sostenible, donde lastimosamente la realidad actual del país es otra, decir que somos pioneros porque tenemos una extensa normatividad y edificaciones certificadas no es reflejo de la verdadera situación, se pretende que para países como Colombia con altos índices de corrupción es necesario la regulación e intervención gubernamental en prácticas y herramientas que puedan mejorar considerablemente aspectos socio ambientales y que estas no sean solo voluntarios. Pese a los requerimientos y a la normatividad que hay, “solo se está revisando el sector constructor licenciado”, ya que en el país se encuentra un alto porcentaje de construcciones informales que por lo tanto no están cumpliendo con la normativa técnica (NSR-10) y ambiental exigida.

Adicional a esto, se evidencian distintas falencias en tema de construcción sostenible en Colombia, ya que no se realizan mecanismos y no existen organismos de control que permitan corroborar, evaluar y controlar de manera rigurosa el cumplimiento de estas medidas de ahorro (Rodríguez Potes, Osorio Chavez, Villadiego Bernal, & Padilla-Llano, 2018), así mismo muchas empresas se han declarado ser responsables con el medio ambiente, debido a que utilizan procesos innovadores o productos donde su huella ecológica no es tan significativa, esto lleva a cuestionarse si se está aplicando responsabilidad y conciencia ambiental o simplemente es un mecanismo usado por estas empresas para vender, aprovechando la crisis ambiental. Mediante el análisis realizado de las certificaciones LEED, EDGE y CASA, en contraste con la normatividad sostenible Colombiana se puede concluir que, LEED es la certificación de construcción sostenible que lleva más tiempo en el mercado Colombiano, con más de 10 años de funcionamiento y tienen presencia en más países que el resto de certificaciones internacionales. No obstante los incentivos financieros y no financieros que ofrece el Estado, no llegan a ser tan atractivos que implique que los nuevos proyectos opten por la certificación en construcción sostenible, primero por la falta de promoción del estado hacia el sector comprador y constructora, segundo, no hay una educación como tal al

público con el fin de analizar cual son las necesidades de los futuros propietarios, compradores o público en general, y tercero el vacío en las políticas nacionales y falta de fuerza en la fiscalización y regulación por parte del estado. Así mismo se evidencian vacíos desde los planes de estudio en carreras afines al diseño, construcción y la NSR-10, debido a que no se presentan alternativas a los estudiantes y profesionales para aplicar alternativas de sostenibilidad en construcción sostenible aplicados a los materiales, residuos reincorporados a la construcción y bioclimática.

Mediante el análisis DOFA de las certificaciones en construcciones sostenibles de interés en este estudio, CASA, EDGE y LEED, se realizó un diagnóstico de estas certificaciones en Colombia con el propósito de verificar la funcionalidad de cada una con respecto a las necesidades del sector en el país. De esta manera se obtuvo que LEED tiene mayor número de fortalezas importantes y claves para el desarrollo de proyectos que tenga como objeto la certificación en construcción sostenible, entre esas se encuentran las oportunidades de crecimiento en el país, reconocimiento en el mercado, proporciona capacitaciones activas para las partes interesadas adaptada a diferentes actividades que cubren los requisitos regionales y locales, y evalúa el desarrollo, diseño, documentación y construcción, incluido el entorno y no solo el edificio, CASA carece de fortaleza y entre sus debilidades más relevantes está la falta de validez a los criterios de sostenibilidad y de ser una certificación que puede obtenerse sin grandes esfuerzos o cambios, cabe resaltar que es la única certificación nacional y promovida por el Consejo Colombiano de Construcción Sostenible, EDGE tiende a ser la competencia más fuerte para LEED en Colombia pese a que se basa en 3 criterios, estos son estrictos y puntuales, además de su alta credibilidad en consecuencia al apoyo de CAMACOL y el Banco Mundial, y permite obtener buen rendimiento de un edificio sin tener que sacrificar la integridad del diseño e interviene en el momento más crítico que es cuando se inicia el diseño de un proyecto mediante una plataforma que permite identificar la sostenibilidad del edificio.

Aunque las ventajas de las certificaciones pueden ser importantes vale la pena aclarar que ninguna tiene en cuenta el entorno del proyecto, de acuerdo a las condiciones ambientales en la cual se encuentra el proyecto, ya que factores ambientales de ahorro de agua y energía están relacionadas directamente con el lugar.

Finalmente se considera de gran importancia incluir dentro de los Planes de Ordenamiento Territorial del país, la planeación, metas y objetivos al sector constructor de acuerdo a la expansión urbana para establecer un alcance de sostenibilidad a corto, mediano y largo plazo.

## 8. Bibliografía

- Abel, G., & Flórez, R. (2018). CONPES. Retrieved from <https://www.cccs.org.co/wp/download/1-documento-conpes-3919-pdf/>
- CAMACOL. (2018). CAMARA COLOMBIANA DE LA CONSTRUCCION. Retrieved October 15, 2019, from <https://camacol.co/edge>
- Carvajal-Arango, D., Bahamón-Jaramillo, S., Aristizábal-Monsalve, P., Vásquez-Hernández, A., & Botero, L. F. B. (2019, October). Relationships between lean and sustainable construction: Positive impacts of lean practices over sustainability during construction phase. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 234, pp. 1322–1337. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.216>
- Carvalho, J. P., Bragança, L., & Mateus, R. (2019). Optimising building sustainability assessment using BIM. *Automation in Construction*, 102(March), 170–182. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.02.021>
- CCCS. (2018). El Concepto Integral de Construcción Sostenible. *Consejo Colombiano de Construcción Sostenible*. Retrieved from [www.cccs.org.co](http://www.cccs.org.co)
- CCCS. (2019). CASA Colombia – Consejo Colombiano de Construcción Sostenible – CCCS. Retrieved from <https://www.cccs.org.co/wp/casa-colombia/>
- Cease, B., Kim, H. A., Kim, D., Ko, Y., & Cappel, C. (2019). Barriers and incentives for sustainable urban development: An analysis of the adoption of LEED-ND projects. *Journal of Environmental Management*, 244(March), 304–312. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.04.020>
- CONSEJO DE CONSTRUCCION VERDE DE EEUU. (2019). USGBC. Retrieved November 27, 2019, from USGBC website: <https://new.usgbc.org/leed>
- Construir. (2017). ¿Cuales son los pasos para aplicar a una certificación Leed? Retrieved November 18, 2019, from Construir America central y el caribe website: <https://revistaconstruir.com/cuales-los-pasos-aplicar-una-certificacion-leed/>
- DANE. (2019). Licencias de construccion. Retrieved November 27, 2019, from <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/construccion/licencias-de-construccion>
- Doan, D. T., Ghaffarianhoseini, A., Naismith, N., Ghaffarianhoseini, A., Zhang, T., & Tookey, J. (2019). Examining Green Star certification uptake and its relationship with Building Information Modelling (BIM) adoption in New Zealand. *Journal of Environmental Management*, 250(September), 109508. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109508>
- Doan, D. T., Ghaffarianhoseini, A., Naismith, N., Zhang, T., Ghaffarianhoseini, A., & Tookey, J. (2017). A critical comparison of green building rating systems. *Building and Environment*, 123, 243–260. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.07.007>
- Farré, V., Ayala, C., López, Á., & Arnoldo, E. (2017). Una aproximación al sistema voluntario de certificación de edificios denominado “Bogotá Construcción Sostenible”. *Arquitectura y Urbanismo*, XXXVIII(3), 71–85.

- Flores-Alés, V., Jiménez-Bayarri, V., & Pérez-Fargallo, A. (2018). The influence of the incorporation of crushed glass on the properties and high temperature behaviour of cement mortars. *Boletín de La Sociedad Española de Cerámica y Vidrio*, 57(6), 257–265. <https://doi.org/10.1016/j.bsecv.2018.03.001>
- Flores-Larsen, S., Filippín, C., & Barea, G. (2019). Impact of climate change on energy use and bioclimatic design of residential buildings in the 21st century in Argentina. *Energy and Buildings*, 184, 216–229. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2018.12.015>
- Freitas, I. A. S., & Zhang, X. (2018). Green building rating systems in Swedish market - A comparative analysis between LEED, BREEAM SE, GreenBuilding and Miljöbyggnad. *Energy Procedia*, 153, 402–407. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2018.10.066>
- Goh, M., & Goh, Y. M. (2019). Automation in Construction Lean production theory-based simulation of modular construction processes. *Automation in Construction*, 101(November 2018), 227–244. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2018.12.017>
- Golzarpoor, H., González, V., Shahbazzpour, M., & O’Sullivan, M. (2017). An input-output simulation model for assessing production and environmental waste in construction. *Journal of Cleaner Production*, 143, 1094–1104. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.010>
- He, Q., Xu, M., Xu, Z., Ye, Y., Shu, X., Xie, P., & Wu, J. (2019). Promotion incentives, infrastructure construction, and industrial landscapes in China. *Land Use Policy*, 87(June), 104101. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.104101>
- IFC. (2019). Colombia | EDGE edificios. Retrieved November 17, 2019, from <https://www.edgebuildings.com/certify/colombia/>
- Jamil, A. H. A., & Fathi, M. S. (2016). The Integration of Lean Construction and Sustainable Construction: A Stakeholder Perspective in Analyzing Sustainable Lean Construction Strategies in Malaysia. *Procedia Computer Science*, 100, 634–643. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2016.09.205>
- León, K. (2018). *Análisis De Los Diferentes Sistemas De Certificación En Construcción Sostenible a Nivel Mundial Y Sus Perspectivas De Aplicación Y Cumplimiento En Colombia*.
- Li, D. H. W., Pan, W., & Lam, J. C. (2014). A comparison of global bioclimates in the 20th and 21st centuries and building energy consumption implications. *Building and Environment*, 75, 236–249. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2014.02.009>
- Li, S., Wu, X., Zhou, Y., & Liu, X. (2017, May). A study on the evaluation of implementation level of lean construction in two Chinese firms. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 71, pp. 846–851. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.12.112>
- Lohmeng, A., Sudasna, K., & Tondee, T. (2017). State of the Art of Green Building Standards and Certification System Development in Thailand. *Energy Procedia*, 138, 417–422. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.10.188>
- Minvivienda. (2015). Resolución Nro 0549 de 2015. *Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio*, p. 9. Retrieved from <http://www.minvivienda.gov.co/ResolucionesVivienda/0549> -



2015.pdf

- Mohamed, M. A. A. (2019). Saving Energy through Using Green Rating System for Building Commissioning. *Energy Procedia*, 162, 369–378.  
<https://doi.org/10.1016/j.egypro.2019.04.038>
- Obata, S. H., Agostinho, F., Almeida, C. M. V. B., & Giannetti, B. F. (2019). LEED certification as booster for sustainable buildings: Insights for a Brazilian context. *Resources, Conservation and Recycling*, 145(March), 170–178.  
<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.02.037>
- Oke, A., Aghimien, D., Aigbavboa, C., & Musenga, C. (2019). Drivers of sustainable construction practices in the Zambian construction industry. *Energy Procedia*, 158, 3246–3252. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2019.01.995>
- Olubunmi, O. A., Xia, P. B., & Skitmore, M. (2016). Green building incentives: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 59, 1611–1621.  
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.01.028>
- Perera, S., Arulrajah, A., Wong, Y. C., Horpibulsuk, S., & Maghool, F. (2019). Utilizing recycled PET blends with demolition wastes as construction materials. *Construction and Building Materials*, 221, 200–209. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.06.047>
- Qiu, Y., & Kahn, M. E. (2019). Impact of voluntary green certification on building energy performance. *Energy Economics*, 80, 461–475. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2019.01.035>
- Raabe, D., Tasan, C. C., & Olivetti, E. A. (2019). Strategies for improving the sustainability of structural metals. *Nature*, 575(7781), 64–74. <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1702-5>
- Rid, W., Lammers, J., & Zimmermann, S. (2017). Analysing sustainability certification systems in the German housing sector from a theory of social institutions. *Ecological Indicators*, 76, 97–110. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.12.022>
- Rodríguez Potes, L. M., Osorio Chavez, H., Villadiego Bernal, K. D. C., & Padilla-Llano, S. (2018). Arquitectura y urbanismo sostenible en Colombia. Una mirada al marco reglamentario. *Bitácora Urbano Territorial*, 28(3), 19–26.  
<https://doi.org/10.15446/bitacora.v28n3.52051>
- Ruiz Ariza, A., & Jiménez Coronado, A. (2017). Uso y demanda de Tecnologías Verdes en el sector de la construcción en Cartagena de Indias. Una aproximación teórica y práctica. *Saber, Ciencia y Libertad*, 12(2), 83–91. <https://doi.org/10.18041/2382-3240/saber.2017v12n2.1534>
- Serrano-Tierz, A., Martínez-Iturbe, A., Guarddon-Muñoz, O., & Santolaya-Sáenz, J. L. (2015). Análisis de ahorro energético en iluminación LED industrial: Un estudio de caso. *DYNA (Colombia)*, 82(191), 231–239. <https://doi.org/10.15446/dyna.v82n191.45442>
- Sharma, M. (2018). Development of a ‘Green building sustainability model’ for Green buildings in India. *Journal of Cleaner Production*, 190(2018), 538–551.  
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.04.154>
- Shazmin, S. A. A., Sipan, I., & Sapri, M. (2016). Property tax assessment incentives for green building: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 60, 536–548.

- <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.01.081>
- Sofía, A., & Infante, F. (2015). Estudio de material reciclado para reparar fisuras y su aplicación en un pavimento en Bogotá. *Épsilon*, 0(24), 89–121.
- Sormunen, P., & Kärki, T. (2019). Recycled construction and demolition waste as a possible source of materials for composite manufacturing. *Journal of Building Engineering*, 24(March), 100742. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2019.100742>
- Stankovic, B., Kostic, A., & Popovic, M. J. (2014). Analysis and comparison of lighting design criteria in green building certification systems —Guidelines for application in Serbian building practice. *Energy for Sustainable Development*, 19(1), 56–65. <https://doi.org/10.1016/j.esd.2013.12.001>
- Sun, Z., & Zhang, W. (2019). Do government regulations prevent greenwashing? An evolutionary game analysis of heterogeneous enterprises. *Journal of Cleaner Production*, 231, 1489–1502. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.335>
- Tauriainen, M., Marttinen, P., Dave, B., & Koskela, L. (2016). The Effects of BIM and Lean Construction on Design Management Practices. *Procedia Engineering*, 164(June), 567–574. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.11.659>
- Thomas, C., de Brito, J., Cimentada, A., & Sainz-Aja, J. A. (2019). Macro- and micro- properties of multi-recycled aggregate concrete. *Journal of Cleaner Production*, (xxxx), 118843. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118843>
- Uğur, L. O., & Leblebici, N. (2018). An examination of the LEED green building certification system in terms of construction costs. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 81(March 2016), 1476–1483. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.05.210>
- Universidad Nacional. (2012). SOSTENIBILIDAD: ACTUALIDAD Y NECESIDAD EN EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN EN COLOMBIA | ACEVEDO AGUDELO | Gestión y Ambiente. *Bdigital*. <https://doi.org/1015446/ga>
- Yin, B. C. L., Laing, R., Leon, M., & Mabon, L. (2018). An evaluation of sustainable construction perceptions and practices in Singapore. *Sustainable Cities and Society*, 39(December 2017), 613–620. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.03.024>
- Yu, B., Hou, J., He, W., Liu, S., Hu, Z., Ji, J., ... Xu, G. (2018). Study on a high-performance photocatalytic-Trombe wall system for space heating and air purification. *Applied Energy*, 226(March), 365–380. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.05.111>
- Zhai, Z. J., & Helman, J. M. (2019). Implications of climate changes to building energy and design. *Sustainable Cities and Society*, 44(June 2018), 511–519. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.10.043>
- Zou, Y. (2019). Certifying green buildings in China: LEED vs. 3-star. *Journal of Cleaner Production*, 208, 880–888. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.204>

## 9. Glosario

- **Análisis DOFA:** Es una matriz ampliamente utilizada en marketing para evaluar y diseñar estrategias. De manera simple, muestra cómo una empresa se ha posicionado en relación con el resto de la industria y en su propio. El marco se compone de fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas. (Freita & Zhang, 2018)
- **Bioclimática:** Es aquella que tiene por objeto la consecución de un gran nivel de confort habitacional mediante la adecuación del diseño, la geometría, la orientación y la construcción del edificio a las condiciones climáticas de su entorno. Se trata, pues, de una arquitectura adaptada al medio ambiente, sensible al impacto que provoca en la naturaleza, y que intenta minimizar el consumo energético y con él la contaminación ambiental. (Jirón, Caquimbo, & Goldsack, 2004)
- **CAMACOL:** La Cámara Colombiana de la Construcción, es una asociación gremial de carácter permanente, civil, sin ánimo de lucro, de orden nacional, consultor del gobierno en la formulación de políticas concernientes a la industria de la construcción y canalizador de recursos que se concretan en planes y actividades para atender las necesidades directas de los afiliados y vinculados al sector de la construcción. (CAMACOL, 2019)
- **Cambio climático:** Variación del estado del clima identificable (por ejemplo, mediante pruebas estadísticas) en las variaciones del valor medio y/o en la variabilidad de sus propiedades, que persiste durante largos períodos de tiempo, generalmente decenios o períodos más largos. (IPCC, 2019)
- **CCCS:** Consejo Colombiano de Construcción Sostenible, el consejo colombiano de construcción sostenible (CCCS) es la única asociación que ofrece programas, capacitaciones e investigación aplicada que concretan oportunidades para la evolución hacia esas metas de crecimiento verde y desarrollo bajo en carbono, bajo el precepto de sostenibilidad integral. (CCCS, 2019)

- Certificaciones en construcción sostenible: Análisis comparativo que brinda herramientas para la toma de decisiones estratégicas de acuerdo a las necesidades específicas de cada proyecto. (CCCS, 2019)
- Contaminación: Es la alteración del medio ambiente por sustancias o formas de energía puestas allí por la actividad humana o de la naturaleza en cantidades, concentraciones o niveles capaces de interferir con el bienestar y la salud de las personas, atentar contra la flora y la fauna, degradar la calidad del medio ambiente o afectar los recursos de la nación o de particulares. (Colombia, 1973)
- Construcción sostenible: Una construcción sostenible es aquella que está en sincronía con el sitio, hace uso de energía, agua y materiales de un modo eficiente y provee confort y salud a sus usuarios. Todo esto es alcanzado gracias a un proceso de diseño consciente del clima y la ecología del entorno donde se construye la edificación (Minvivienda, 2019).
- Conpes: El consejo nacional de política económica y social ésta es la máxima autoridad nacional de planeación y se desempeña como organismo asesor del gobierno en todos los aspectos relacionados con el desarrollo económico y social del país. Para lograrlo, coordina y orienta a los organismos encargados de la dirección económica y social en el gobierno, a través del estudio y aprobación de documentos sobre el desarrollo de políticas generales que son presentados en sesión. (Departamento Nacional de Planeación DNP, 2016).
- Conpes 3919: Busca impulsar la inclusión de criterios de sostenibilidad dentro del ciclo de vida de las edificaciones, a través de instrumentos para la transición, seguimiento y control, e incentivos financieros que permitan implementar iniciativas de construcción sostenible con un horizonte de acción hasta el 2025 (CCCS, 2019).
- Edificación sostenible: La definición de edificaciones sostenibles es amplia y cubre un amplio rango de aspectos. Los aspectos típicos que caben dentro del espectro de edificaciones sostenibles incluyen:

- Eficiencia energética
  - Eficiencia en agua
  - Materiales de construcción de baja energía embebida
  - Calidad del ambiente interior
  - Sostenibilidad del emplazamiento
  - Edificaciones y entorno exterior
  - Sostenibilidad urbana
- **Gestión ambiental:** Conjunto de diligencias conducentes al manejo integral del sistema ambiental. Dicho de otro modo e incluyendo el concepto de desarrollo sostenible o sustentable, es la estrategia mediante la cual se organizan las actividades antrópicas que afectan al medio ambiente, con el fin de lograr una adecuada calidad de vida, previniendo o mitigando los problemas ambientales (IDEAM, 2019)
  - **Greenwashing:** GreenWash o “Lavado verde” se define desde la perspectiva de la información y comunicación, donde una empresa u organización que tienen como objetivo hacer que las personas piensen que tiene interés y responsabilidades ambientales (OED, 2012).
  - **Huella de carbono:** La huella de carbono es la medida mediante la cual se indica la cantidad de gases de efecto invernadero también conocidos como GEI y definidos en la anterior entrega del glosario producidas por las diversas actividades realizadas por los seres humanos. Esta medición se realiza en emisiones de dióxido de carbono (co2) y su función es mostrar el impacto que como especie estamos produciendo en nuestro planeta (WWF, 2018).
  - **Huella hídrica:** Corresponde al volumen usado de agua para un proceso antrópico que no retorna a la cuenca de donde fue extraída o retorna con una calidad diferente a la original. A diferencia del agua virtual (equivalente a la huella hídrica de un producto en términos cuantitativos), la huella hídrica ofrece la posibilidad de un análisis multidimensional,

espacial y temporalmente explícito, orientado a entender la interacción entre las actividades antrópicas y la relación del agua con la cuenca (IDEAM, 2014).

- Incentivos: Es aquello que nos impulsa a desear o hacer algo, ya sea de algo real (monetario o en especie) como algo simbólico (algo representativo para los intercambiantes) (Economía Simple, 2019).
- Lean Construction: Es una herramienta que se adopta en los procesos constructivos, donde mediante la modulación, manejo y programación de los materiales se reducen desperdicios y por ende, costos y tiempo. Los objetivos principales de Lean Construction (en adelante LC) es eliminar el desperdicio de producción (Koskela, 1992)
- RCD: Residuos de construcción y demolición (anteriormente escombros). Son residuos sólidos provenientes de las actividades de excavación, construcción, demolición, reparaciones o mejoras locativas de obras civiles o de otras actividades conexas (MADS, 2017).
- Sostenibilidad: Busca un equilibrio entre el desarrollo productivo y la conservación del ambiente que potencie nuevas economías y asegure los recursos naturales para nuestras futuras generaciones (Departamento Nacional de Planeación DNP, 2016).
- Uso eficiente del agua: Son las buenas prácticas de aprovechamiento del recurso hídrico, en todas sus formas, que determinen la sostenibilidad del recurso y bajos costos tanto ambientales como económicos (IDEAM, 2019).
- Vivienda VIS: Es aquella que reúne los elementos que aseguran su habitabilidad, estándares de calidad en diseño urbanístico, arquitectónico y de construcción cuyo valor máximo es de ciento treinta y cinco salarios mínimos legales mensuales vigentes (135 smlm) (MINVIVIENDA, 2019).
- Vivienda VIP: Es aquella vivienda de interés social cuyo valor máximo es de setenta salarios mínimos legales mensuales vigentes (70 smlm) (MINVIVIENDA, 2019).