

**PROPUESTA DE UNA GUIA PARA LA APLICACIÓN DE SISTEMAS DE GESTION
DE LA CONSTRUCCION SOSTENIBLE EN COLOMBIA.**

**MONOGRAFÍA PARA OPTAR AL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN GERENCIA E
INTERVENTORÍA DE OBRAS CIVILES**

**PRESENTADO POR:
FABIO HERNAN FLOREZ AGUDELO
CHRIS ANNY PAOLA MANRIQUE DIAZ**



**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA E INTERVENTORÍA DE OBRAS CIVILES
SECCIONAL BUCARAMANGA
2021**

**PROPUESTA DE UNA GUIA PARA LA APLICACIÓN DE SISTEMAS DE GESTION
DE LA CONSTRUCCION SOSTENIBLE EN COLOMBIA.**

**PRESENTADO POR:
FABIO HERNAN FLOREZ AGUDELO
CHRIS ANNY PAOLA MANRIQUE DIAZ**

**DIRECTOR MONOGRAFÍA
ING. LEONARDO BARON PAEZ**



**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA E INTERVENTORÍA DE OBRAS CIVILES
SECCIONAL BUCARAMANGA
2021**

Nota de aceptación:

Firma presidente del Jurado

Firma Jurado N°1

Firma Jurado N°2

Bucaramanga, enero 2021

DEDICATORIA

Esta tesis de grado está dedicada a mi mamá por ser mi principal inspiración para lograr con éxito mis propósitos y por su amor infinito.

A mi papá y a mis hermanos por su apoyo incondicional y constante para el cumplimiento de todas mis metas.

Anny Paola Manrique Díaz

Este año de estudio, complementado con este trabajo de grado está dedicado a mi mamá y mi papá por brindarme la oportunidad de desarrollarme como profesional.

A todas las personas que a lo largo de mi vida han aportado en mi formación personal y profesional.

A nuestro hogar, el Planeta Tierra.

Fabio Hernán Flórez Agudelo

AGRADECIMIENTOS

Agradezco inmensamente el apoyo de mi familia y en especial a mis papás que siempre han estado ahí como primer escalón para ayudarme a iniciar a cumplir mis metas. En segunda instancia agradezco a todos los profesionales y colegas que me enriquecieron compartiendo sus conocimientos y experiencias y en especial a nuestro director del trabajo de grado que con su paciencia y conocimiento aportó mucho en la orientación del desarrollo de este trabajo.

Fabio Hernán Flórez Agudelo

Agradezco a Dios por acompañarme y darme la sabiduría, fortaleza y salud para poder alcanzar mis metas.

A mis padres, por el apoyo y esfuerzo en formarme en la persona que soy.

Al ingeniero director de esta tesis de grado, por ser guía y brindarnos su confianza, conocimiento y apoyo para culminar este proyecto.

Anny Paola Manrique Díaz

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|--------------------------------------------------------------------|----|
| 1. INTRODUCCIÓN | 12 |
| 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 13 |
| 2.1. Justificación | 14 |
| 2.2. Antecedentes del tema | 14 |
| 3. OBJETIVOS | 17 |
| 3.1. OBJETIVO GENERAL | 17 |
| 3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS | 17 |
| 4. MARCO TEORICO | 18 |
| 4.1 Desarrollo sostenible | 18 |
| 4.2 Construcción sostenible | 20 |
| 4.2.1 Características de la construcción sostenible | 21 |
| 4.2.2. Ventajas y desventajas de la construcción sostenible: | 22 |
| 4.3 Gestión de proyectos | 23 |
| 4.4 Glosario | 24 |
| 5. METODOLOGÍA | 25 |
| 5.1 Recolección de información: | 25 |
| 5.2 Recolección de datos | 26 |
| 5.3 Análisis de la Información | 26 |
| 5.4 Preparación de la Guía de apoyo | 26 |
| 6. DESARROLLO DE LA METODOLOGIA | 27 |
| 6.1 Recolección de la información | 27 |
| 6.2 Recolección de datos | 30 |
| 6.3 Análisis de información - Causa / Efecto | 33 |
| 6.3.1. Análisis y resultados de la encuesta aplicada | 33 |
| 6.3.2 Análisis Causa/efecto | 44 |
| 7. ANALISIS DE RESULTADOS | 45 |
| 8. CONCLUSIONES | 48 |
| 9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 49 |

TABLA DE ILUSTRACIONES

| | |
|---------------------------------------------------------------------|----|
| Ilustración 1. Objetivos de desarrollo del milenio | 19 |
| Ilustración 2. Objetivos de desarrollo sostenible | 20 |
| Ilustración 3. Etapas de la metodología | 25 |
| Ilustración 4. Diagrama de Ishikawa - Construcción sostenible | 44 |

LISTA DE TABLAS

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1. Matriz de frecuencia | 31 |
| Tabla 2. Problemáticas más significativas..... | 32 |
| Tabla 3. Problemas identificados de acuerdo a la opinión de los 65 encuestados | 42 |
| Tabla 4. Principales problemas de la encuesta realizada. | 43 |

TABLA DE FIGURAS

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1. Las tres dimensiones de la ingeniería sostenible basado en (RAE, 2005)..... | 18 |
| Figura 2. ¿Conoce el término de construcción sostenible?..... | 34 |
| Figura 3. En su opinión, ¿cree que la construcción sostenible está asociada con el cuidado del medio ambiente?..... | 34 |
| Figura 4. ¿Reutiliza algún material producto de los residuos sólidos de sus proyectos? | 35 |
| Figura 5. ¿Conoce la normatividad vigente en Colombia, sobre parámetros de sostenibilidad en la construcción? | 35 |
| Figura 6. Si su respuesta anterior fue SI, menciones cuales conoce..... | 36 |
| Figura 7. ¿Conoce la resolución 0549 del 2015 "Parámetros y lineamientos de construcción sostenible? | 36 |
| Figura 8. La resolución 0549 del 2015, ¿propone porcentajes obligatorios de ahorro, en agua y energía para las construcciones? | 37 |
| Figura 9. ¿Ha aplicado la resolución 0549 en algunos de sus proyectos? | 38 |
| Figura 10. ¿Alguna vez ha recibido visita por parte de la Entidad pública encargada de vigilar el cumplimiento de la normatividad?..... | 38 |
| Figura 11. ¿Tiene conocimiento sobre las certificaciones de la sostenibilidad en las edificaciones (LEED, HQE, CASA, EDGE, ¿etc.)? | 39 |
| Figura 12. ¿Ha participado en algún proyecto certificado en construcción sostenible?. | 39 |
| Figura 13. ¿Conoce los beneficios tributarios de la implementación de parámetros de sostenibilidad en proyectos de construcción? | 40 |
| Figura 14. Si su respuesta anterior fue afirmativa, ¿Ha aplicado alguno de estos beneficios tributarios?..... | 40 |
| Figura 15. ¿Estaría dispuesto a estudiar sobre los parámetros de la construcción sostenible? | 41 |
| Figura 16. Falencias más significativas de acuerdo a las 65 respuestas obtenidas | 41 |
| Figura 17. Problemas identificados de acuerdo a la opinión de los 65 encuestados..... | 42 |
| Figura 18. ¿Le interesaría implementar parámetros de construcción sostenible en sus proyectos, ya sea, como una opción de negocio o contribución al cuidado del medio ambiente?..... | 43 |

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: PROPUESTA DE UNA GUIA PARA LA APLICACIÓN DE SISTEMAS DE GESTION DE LA CONSTRUCCION SOSTENIBLE EN COLOMBIA

AUTOR(ES): FABIO HERNAN FLOREZ AGUDELO
CHRIS ANNY PAOLA MANRIQUE DIAZ

PROGRAMA: Esp. en Gerencia e Interventoría de Obras Civiles

DIRECTOR(A): ING. LEONARDO BARON PAEZ

RESUMEN

El adecuado manejo de los recursos naturales y la eficiencia en el uso de los mismos, en las diferentes etapas de un proyecto de construcción, es el resultado de un sistema de gestión de proyectos optimo en donde, debe prevalecer la necesidad de disminuir la huella ecológica en el planeta; es por esto que el presente trabajo de grado en modalidad de monografía, expone un contexto general de la construcción sostenible a través de un recorrido en el tiempo y un diagnóstico de su situación actual, con el fin de orientar, conceptualizar y brindar información necesaria y detallada para que los profesionales y las empresas del sector de la construcción en el País, interesadas en desarrollar proyectos de construcción sostenible, tengan la información básica para planificar y ejecutar proyectos más amigables con el medio ambiente, entendiendo esto, como una necesidad del presente para ayudar a conservar el medio ambiente. Hoy día, existen varias herramientas que fomentan la implementación de la construcción sostenible en el país, pero a lo largo de esta investigación se logró evidenciar que las diferentes falencias que surgen en el momento de poner en práctica este sistema de construcción, prevalecen sobre el interés del mismo, y que la falta de conocimiento a nivel nacional de los profesionales en el sector público y privado, al igual que el desinterés de las empresas en buscar nuevas soluciones y maneras de construir fuera de lo habitual, son la principal barrera para desarrollar este tipo de proyectos en Colombia.

PALABRAS CLAVE:

gestión proyectos, construcción sostenible, aplicación sistemas gestión sostenible, huella ecológica.

V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

TITLE: A PROPOSAL GUIDE FOR THE APPLICATION OF SUSTAINABLE CONSTRUCTION MANAGEMENT SYSTEMS IN COLOMBIA

AUTHOR(S): FABIO HERNAN FLOREZ AGUDELO
CHRIS ANNY PAOLA MANRIQUE DIAZ

FACULTY: Esp. en Gerencia e Interventoría de Obras Civiles

DIRECTOR: ING. LEONARDO BARON PAEZ

ABSTRACT

The proper management of natural resources and the efficiency in their use, in the different phases of a construction project, is the result of an optimal project management system where the need to reduce the ecological footprint in the planet must prevail; that is why this degree work(thesis) in monograph modality presents a general context of sustainable construction through a review over time and a diagnosis of its current situation, in order to guide, conceptualize and provide necessary and detailed information in order to give to professionals and companies in the construction sector in the Country, interested in developing sustainable construction projects, the basic information to plan and execute more environmentally friendly projects, understanding this as a necessity of the present to help conserve the environment. Nowadays, there are several tools that promote the implementation of sustainable construction in it, but throughout this research it was possible to show that the different shortcomings that arise at the time of putting this construction system into practice, prevail over the interest of the itself, and that the lack of knowledge at the national level of professionals in the public and private sectors, as well as the lack of interest of companies in seeking new solutions and ways to build out of the ordinary, are the main barrier to developing this type of projects in Colombia.

KEYWORDS:

project management, sustainable construction, application of sustainable management systems, Natural resources, ecological footprint

V° B° DIRECTOR OF GRADUATE WORK

1. INTRODUCCIÓN

La contaminación y el inadecuado aprovechamiento de los recursos naturales, producto de las actividades del ser humano, hoy día; traen como consecuencia, la necesidad de implementar un desarrollo sostenible, y el sector de la construcción no es la excepción. La construcción sostenible es un sistema de gestión de proyectos, basado en realizar proyectos de edificaciones de cualquier tipo o uso, con mejores prácticas de urbanismo; ambientalmente responsables; y con miras a reducir la huella de carbono, que deja el desarrollo de este tipo de proyectos, a lo largo de todo su ciclo de vida. El presente trabajo de grado, presenta un breve diagnóstico de la situación actual del sector de la construcción, en Colombia, con relación a este tema. Inicialmente, se estudió el contexto general de la construcción sostenible en el País, desde sus inicios, hasta las normativas que rigen en la actualidad. Así mismo, se analizaron diferentes artículos de revistas, trabajos de grado, informes de investigación, etc. Con el fin, de poder identificar las principales falencias que tiene este sistema constructivo en el país, que entorpecen su implementación y masificación. Adicional a esto, se presentan los resultados de una encuesta realizada a profesionales de la construcción, con el fin, de tener en cuenta otras fuentes de información, que confirmen los problemas identificados anteriormente. De este modo, teniendo una evaluación de la situación actual y los problemas a los que se enfrentan las empresas y profesionales, a la hora de implementar la construcción sostenible, se hace un análisis fundamentado en todo el ciclo de vida del proyecto, en forma de guía de apoyo, donde se exponen algunos aspectos importantes a tener en cuenta, en cada una de las fases (Inicio, planeación, ejecución y operación), para facilitar información a los gerentes y las empresas del País, que quieran emprender en sus proyectos de construcción con la implementación de este nuevo sistema de gestión.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El crecimiento exponencial de la población a lo largo de los últimos dos siglos, ha traído consigo, un crecimiento económico mundial sin precedentes, que se traduce, en consecuencias fatales para el planeta, viéndose amenazada su existencia de forma inminente por la presencia y el desarrollo del ser humano. Si los seres humanos no toman acciones, y este crecimiento exponencial sigue de manera descontrolada, como viene sucediendo, en 100 años, se van a alcanzar los límites del crecimiento del planeta. Es por esto que, se debe tomar acciones preventivas y correctivas de manera unificada, en todos los sectores económicos y más aún, en el sector de la construcción, que es uno de los más importantes a nivel mundial y también uno de los que mayor impacto negativo tiene sobre el planeta. (Zaragoza, 2009)

Todo esto llevó consigo, a que, en el año 2015, todos los estados pertenecientes a las naciones unidas por el desarrollo (PNUD) plantearan los objetivos de desarrollo sostenible (17), con el propósito de crear un desarrollo sostenible efectivo y acorde con la necesidad de nuestra actualidad, en donde se integran tres aspectos importantes como lo son: social, ambiental y económico. Estos objetivos son importantes retos a nivel global y nacional los cuales se proyectaron alcanzarse para el año 2030 y responden a la exigencia del planeta para poder seguir habitándolo, sin afectar los recursos de las poblaciones futuras. (PNUD, 2015)

De acuerdo a lo anterior, el sector de la construcción tiene una gran influencia sobre once (11) de los diecisiete (17) objetivos (CAMACOL, CCCS, IFC, 2020), es por esto que es importante que se estudie o investigue sobre la viabilidad de realizar y masificar los proyectos de construcción sostenible en Colombia y así mismo, innovar con nuevas tecnologías, materiales y procesos que permitan alcanzar grandes beneficios a nivel de los objetivos del desarrollo sostenible y atender la necesidad de mitigar los impactos negativos que genera toda la cadena de valor.

Como es bien visto, en Países más desarrollados, está alternativa de construcción ha sido muy bien acogida y de manera acelerada, mostrando grandes avances mientras que, en Colombia, la falta de conocimiento de este modelo de construcción ha causado una baja demanda a la hora de implementarse y esto trae como consecuencia atrasos importantes en materia de tiempo, con respecto a las metas del desarrollo sostenible para el 2030. (CAMACOL, CCCS, IFC, 2020)

Es por esto que una de las tantas soluciones para mejorar los indicadores dirigidos a cumplir con los objetivos de sostenibilidad está en la aplicación de sistemas de gestión sostenible para proyectos de construcción, por consiguiente, una implementación masiva y adecuada de los mismos, afecta de manera directa y positiva a 11 de los 17 objetivos de sostenibilidad y estos serían un gran avance en aras de lograr cumplir estos objetivos que más que objetivos son necesidades.

2.1. Justificación

La construcción es un actor muy importante en el desempeño de la economía mundial, y a medida que la población mundial crece, la necesidad de aumentar el espacio urbanizado del planeta también aumenta, esto trae, como consecuencia, que todos los actores que conforman la cadena de valor del sector de la construcción son los responsables de generar el 30% de las emisiones de CO₂ a nivel mundial (CCCS, CAMACOL, & IFC, 2020), una cifra bastante preocupante que, significa que en manos de la industria de la construcción esta una gran parte del futuro del planeta, y tomando acciones serias, claras y drásticas se puede llegar mitigar y evitar gran parte del daño que la raza humana le está haciendo al planeta. Como consecuencia, se vienen implementando desde hace un tiempo: políticas, incentivos, regulaciones y toda clase de esfuerzos para crear conciencia en las empresas constructoras, usuarios, fabricantes y diseñadores, con el fin, de implementar una construcción más amigable con el medio ambiente; pero es evidente que, en Colombia, aún no se ha logrado una sinergia que permita implementar de manera eficiente este sistema de construcción, que más que una moda, es una necesidad que está imponiendo la Tierra para frenar su deterioro.

Los beneficios de construir proyectos con un sistema de gestión sostenible son bastante notables, según un reporte realizado en el año 2008 por el New Buildings Institute todos estos beneficios dependen únicamente de que tan drástica es la implementación de los criterios de sostenibilidad en los proyectos de construcción y de acuerdo a esto se pueden llegar a lograr impactos positivos bastante considerables como lo son: Ahorro en uso de Energía entre un 24% - 50%, emisiones de CO₂ un 33%-39%, ahorro en uso de agua 40% y menor producción de residuos sólidos hasta 70%. (Turner & Frankel, 2008), (Greg, 2003).

2.2. Antecedentes del tema

La construcción sostenible tiene sus raíces en un término muy conocido en la actualidad, llamado desarrollo sostenible. Este término nace por primera vez en el año 1987, durante la comisión mundial del medio ambiente y desarrollo, realizada en Tokio, Japón; y en Colombia, aparece por primera vez en la constitución política de 1991, en donde, el Art. 80 menciona que el Estado tiene como obligación dar buen manejo y aprovechar los recursos naturales para garantizar su desarrollo sostenible. Luego de esto, surgen varias regulaciones políticas como respuesta al compromiso del Estado Colombiano frente a la conservación del medio ambiente y el desarrollo sostenible, pero ninguna, con un plan de acción claro con referencia al sector de la construcción. Como consecuencia, por más de 20 años, aun sabiendo el daño que está sufriendo el medio ambiente, hoy día, se sigue construyendo con los mismos métodos destructivos y de explotación ambiental.

Conforme a la revisión bibliográfica realizada respecto a como se ha venido implementando la construcción sostenible en Colombia, se procedió a realizar la recopilación de definiciones, normativas, políticas, reglamentaciones, investigaciones, tesis de grado de años anteriores, que logran enmarcar la base de este trabajo de grado, donde se tiene lo siguiente:

En el año de 2010, se presentó una tesis de grado que analizó la situación de la construcción sostenible en Colombia, en esa época. En ella se entrevistaron a siete profesionales con gran conocimiento y trayectoria sobre este tema, con el fin, de conocer la situación real y los avances que se presentaban en el país en materia de construcción sostenible y, obtener un contexto más claro. Además de esto se hizo un análisis de las experiencias exitosas con practica de construcción sostenible tanto en el país, como en otros países más desarrollados, cuantificando el ahorro en términos de uso de agua, energía y emisiones de CO₂, con el fin, de comparar los beneficios que trae las prácticas de construcción sostenible en los proyectos de Obra civil y hacer énfasis en el potencial que se puede lograr con la inclusión de esta visión de negocio en el país. Como resultados principales, se evidenció, que en Colombia, faltaba tener una certificación local que se adaptara a las condiciones de nuestro país, ya que se estaban implementando certificaciones extranjeras, como LEED, y esto significaba muchas limitantes para las empresas locales que querían implementar un concepto de sostenibilidad en sus proyectos; además, la falta de tecnología y materiales sostenibles en el país, tenía como consecuencia que, construir un proyecto en Colombia bajo los parámetros de LEED fuera 10% más costoso que un sistema de construcción convencional, mientras que en otros países este sobrecosto, no sobrepasaba el 7% y, que sumado a esto, la falta de incentivos por parte del estado, para empresas que quisieran implementar parámetros sostenibles, hacía poco atractiva su inclusión, en proyectos de ingeniería. (Vera, 2010)

Mas adelante, en el año 2012, a manera de articulo, se hizo un diagnóstico sobre el contexto de la construcción sostenible en Colombia, acerca de su situación actual; el impacto que genera el sector de la construcción al medio ambiente; que medidas ha tomado el gobierno para mitigar el daño causado por el desarrollo urbano; los incentivos que se han planteado desde el sector público para impulsar la implementación de este sistema de construcción, algunas causas del retraso del país en materia de construcción y desarrollo sostenible y por último se desarrolló una recopilación de información primaria, a partir de unas encuestas, que fueron aplicadas a las empresas constructoras, en la región del Valle de Aburrá. Cabe resaltar, que dentro de las empresas que no implementan el sistema de construcción sostenible, las principales causas (60%) son: El desconocimiento del tema y el costo de la implementación. (Acevedo Agudelo, Vásquez Hernández, & Ramírez Cardona, 2012)

Un poco más cercano a este tiempo, en el año 2016, se publicó un trabajo de grado en donde se investigaron todas las normativas y reglamentaciones existentes en Colombia, relacionadas con el desarrollo sostenible y, se plasmaron con un breve resumen de sus aspectos más significativos. La primera reglamentación encontrada

fue la Ley 23 de 1973, donde por primera vez se habló del cuidado del medio ambiente y de su importancia para el ser humano, siendo un patrimonio de todos. A raíz de este año empezaron a salir un número significativo de Leyes, resoluciones, constituciones y decretos con relación a este tema, pero se evidenció la falta de criterios técnicos para la construcción sostenible en los mismos, siendo este uno de los grandes obstáculos para la masificación de la construcción sostenible en el país. Cabe resaltar que, en el año 2015, con la resolución 0549 y el decreto 1285, se implementaron por primera vez unos lineamientos referentes al ahorro de agua y energía que son de obligatorio cumplimiento para las edificaciones nuevas, siendo este un avance importante para el país, en términos de la construcción sostenible. (Sepúlveda, 2016)

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

- Desarrollar una guía de apoyo que facilite a los gerentes y a las empresas del País a iniciar la implementación de la construcción sostenible como un sistema de gestión de sus proyectos.

3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Investigar la normatividad, políticas y reglamentación vigente en Colombia acerca de la construcción sostenible.
- Identificar los principales problemas a los que se enfrentan las empresas a la hora de implementar este sistema de gestión de la construcción sostenible y recomendaciones para solucionarlos.
- Recopilar la información a manera de un documento resumen que apoye a las empresas sobre los lineamientos para la gestión de proyectos de edificación sostenible.

4. MARCO TEORICO

4.1 Desarrollo sostenible

La definición de Desarrollo sostenible significa satisfacer las necesidades del presente, sin comprometer los recursos de las generaciones futuras, siendo un equilibrio de los tres componentes: Ambiental, social y económico.

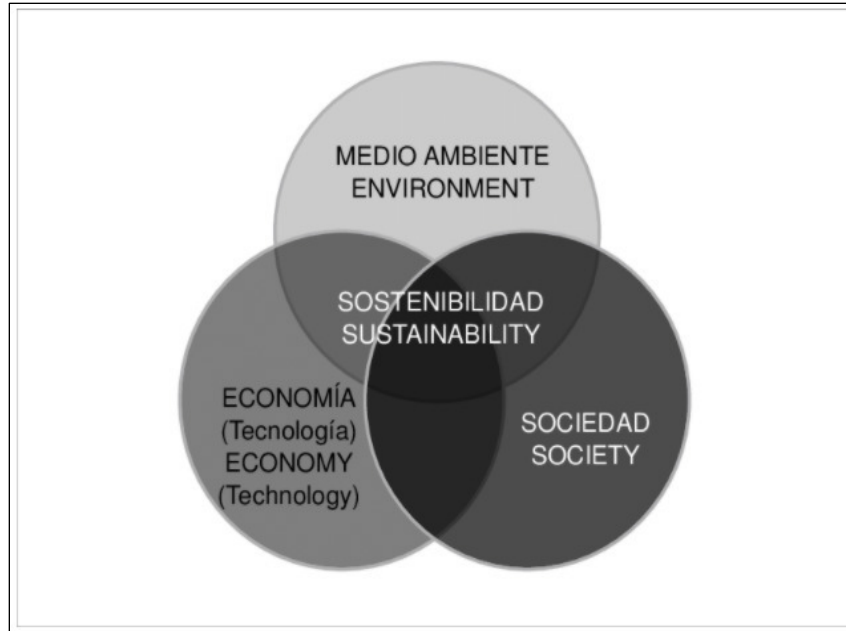


Figura 1. Las tres dimensiones de la ingeniería sostenible basado en (RAE, 2005)

El concepto de Desarrollo Sostenible nace por primera vez en el año 1987, como consecuencia, de la Comisión mundial del medio ambiente y desarrollo, realizada en Tokio, Japón. El Informe Brundtland es un reporte que nace de esta reunión y evidencia los problemas ambientales del planeta, que surgen del crecimiento acelerado y desmedido del desarrollo socioeconómico, provocando alteraciones significativas en nuestros recursos naturales como lo son: El agua, el suelo, la flora, fauna, el aire, entre otros. En este documento se plantea la idea de un desarrollo que integre los tres componentes fundamentales: Ambiental, social y económico y, de la importancia de los próximos años para romper el ciclo de “desarrollo” que ha venido predominando. Para lograr lo anterior, el informe plantea una serie de objetivos, de los más destacados son: Conservación del medio ambiente (agua, suelo, bosques y aire), asegurar el crecimiento demográfico sostenible, integrar el medio ambiente y la economía para la toma de decisiones y reforzar la colaboración internacional, entre otros. (ONU A. G., 2015)

En el año 1992, se llevó a cabo la famosa Cumbre de Rio, celebrada en Rio de Janeiro, Brasil, donde participaron 172 países y en ella se desarrolla la Agenda 21, que es un plan de acción a nivel mundial, nacional y local para promover el desarrollo sostenible, con un compromiso de todos los gobiernos participantes en desarrollar la legislación necesaria

para cumplir con los objetivos y buenas prácticas plasmadas en este documento. (Gerendas Kiss Sandor Alejandro, 2019)

En el año 2000, los líderes del mundo se reunieron en Nueva York en una cumbre conocida como la Cumbre del Milenio, en ella se adoptaron los Objetivos de desarrollo del milenio (ODM), que eran 8 propósitos de desarrollo humano con carácter prioritario para todos los miembros de las ONU, que en ese entonces eran 189 gobiernos.

En la siguiente imagen se pueden observar los 8 ODM (OBJETIVOS DE DESARROLLO DEL MILENIO), los cuales tenían como plazo límite el año 2015: (Universidad Politecnica de Madrid, 2020)



Ilustración 1. Objetivos de desarrollo del milenio
Fuente: (Universidad Politecnica de Madrid, 2020)/

Para el año 2012, se celebró, en Rio de Janeiro, una conferencia de las naciones unidas por el desarrollo, en ella, se gestaron unos nuevos objetivos, llamados los Objetivos de desarrollo sostenible (ODS), con el fin, de darle continuidad a los esfuerzos y logros alcanzados con los ODM. Estos ODS, se adoptaron en el año 2015 al finalizar la vigencia de los ODM, mediante la Agenda de 2030 sobre el desarrollo sostenible y tienen la gran particularidad de que están interrelacionados entre sí, esto significa que, si hay un logro en alguno de los objetivos, también se va a ver reflejado en otros. Estos objetivos, atienden los problemas más urgentes a los que hoy se enfrenta el mundo, que son: la pobreza, proteger el medioambiente y asegurar la prosperidad para todos y, tendrán vigencia hasta el año 2030.

A continuación, se pueden observar en la siguiente imagen los 17 objetivos de desarrollo sostenible:



Ilustración 2. Objetivos de desarrollo sostenible
Fuente: (ONU O. d., 2020)

4.2 Construcción sostenible

La construcción sostenible es la práctica de planear, diseñar, construir, operar y habitar proyectos de construcción que sean amigables con el medio ambiente (Bajo impacto negativo), económicamente factibles y maximicen su impacto positivo para los usuarios a lo largo del ciclo de vida. (CAMACOL, CCCS, IFC, 2020)

El término construcción sostenible es bastante amplio y no solo abarca las edificaciones propiamente, si no, el entorno que las rodea y la manera como se integran a las ciudades, pretendiendo racionalizar, ahorrar, conservar y mejorar los recursos naturales existentes en el medio ambiente. (Ramirez, 2020) Por eso, a grandes rasgos, dentro de los requisitos que se deben cumplir en una edificación sostenible esta, el uso racional del agua, energía, suelo, disminución de la huella de carbono usando materiales más limpios, disminución de los residuos sólidos durante la construcción, reciclaje de materiales para la construcción de nuevos elementos, todo esto con el fin de minimizar el impacto ambiental.

En otras palabras, la construcción sostenible es un conjunto de medidas pasivas y activas (Ministerio de vivienda, 2015) que se analizan, seleccionan y ejecutan, en las etapas tempranas del proyecto, como lo son: la planeación, el diseño y la construcción, con el fin, que, durante la construcción y operación del proyecto, se logre minimizar al máximo, el impacto negativo que tiene sobre el medio ambiente.

4.2.1 Características de la construcción sostenible

A la hora de implementar los criterios de sostenibilidad, es importante tener en cuenta que estos llevan a una utilización racional de los recursos naturales disponibles para la construcción, los cuales requieren realizar una serie de cambios importantes en los valores que ésta tiene como cultura propia. Una de sus principales características, es que dicha implementación, lleva hacia una conservación de los recursos naturales, una maximización en la reutilización de los recursos, una gestión del ciclo de vida, así como una reducción de la energía y agua aplicados a la construcción de estructuras y a su utilización durante su funcionamiento. (Ramirez, 2020)

De este modo, que las principales características de la construcción sostenible son: (MARATUM, 2020)

- **Redes de servicios públicos:**

Como se mencionó anteriormente, la construcción sostenible se basa en la reducción de la energía y agua y de este modo ayudar a minimizar la producción de residuos contaminantes. Esto, llevándolo de la mano con la instalación de sistemas que hagan uso de energías renovables, como la energía solar o eólica. Y así mismo, se puede ayudar a promover el impacto al recoger agua lluvia para su uso doméstico.

- **Uso eficiente de la energía:**

Lograr mejores diseños y distribuciones dentro de la estructura para mitigar el uso de bombillas eléctricas y aprovechar la luz natural y generación de energía.

- **Materiales:**

Promover el uso de materiales reciclables y reutilizables, ya que se caracterizan por ayudar a reducir el impacto ambiental que generan los materiales convencionales, y adicional a esto, su vida útil es más larga al haber sido obtenidos a través de métodos de reciclaje.

1. Al momento de implementar estos materiales, es importante tener en cuenta lo siguiente (SIEM, 2015):
2. Impacto ambiental: Gran cantidad de los materiales que se usan en la construcción acaban convirtiéndose en residuos, de tal forma que hay que usar materiales reutilizables y reciclables de la misma construcción.
3. Energía: Aquellos materiales que tengan un bajo consumo de energía como puede ser la madera, la grava o la tierra.
4. Recursos naturales: cómo se ha mencionado anteriormente, para conseguir una plena construcción sostenible es importante utilizar materiales que vengan de recursos renovables.
5. Emisiones: Existen materiales que no son ecológicos y son muy tóxicos, tanto para los seres humanos como para el planeta.

- **Residuos y reciclaje:**

La construcción es responsable de más del 70% del consumo de los recursos naturales de la tierra. Estos residuos generados por la construcción por lo general terminan su ciclo de vida útil antes de lo debido y depositados en el lugar incorrecto. Teniendo en cuenta esto, una de las claves más importantes a tener es que si se les da los destinos adecuados y son procesados correctamente, los materiales reciclados pueden reemplazar los extraídos de los depósitos para formar nuevos componentes de construcción. (Rodríguez & Fernández, 2010)

- **Aislamiento térmico**

Es importante tener en cuenta a la hora de construir que el futuro proyecto cuente con un buen aislamiento térmico pues ayuda a reducir la demanda energética de una estructura, ya que estos sistemas consumen aproximadamente el 40% de la energía que se produce en el País. (MARATUM, 2020)

- **Verificación y sistemas de seguimiento**

Es clave añadir instalaciones de sistemas que ayuden a llevar un seguimiento y control del consumo eléctrico, de temperatura, humedad, etc., para conseguir una construcción sostenible plena.

4.2.2. Ventajas y desventajas de la construcción sostenible:

Los proyectos de construcción sostenible traen consigo muchos beneficios tanto para los seres humanos como para el planeta, pero es de tener en cuenta que, así como ayuda a mitigar riesgos también tiene sus desventajas a la hora de empezar con su implementación y es por esto, que muchos de los profesionales no se arriesgan con este tipo de sistema constructivo.

Algunas de las ventajas como bien se ha mencionado anteriormente, se basan principalmente en la huella ambiental que generan pues es claro que hoy día es una necesidad para el medio ambiente, ayudando a proteger ecosistemas, mejorando la calidad del aire y del agua, el aprovechamiento de energía solares y eólicas pues al consumir menos energía implica que se gastan menos combustibles fósiles, acudir a materiales ecológicos, reciclados o reutilizados y mayor valor de la propiedad al ser construida con técnicas innovadoras y tener un menor costo de mantenimiento.

Por otro lado, las desventajas más significativas son (ZAR, 2020):

- **Mayores costos a la hora de construir:**

Las construcciones verdes cuestan entre un 10% y 15% más que una construcción tradicional y adicional a esto, deben ser certificadas con el certificado LEED, el cual es bastante costoso y hace que los costos de la construcción aumenten.

- **Tiempo de construcción:**

Las construcciones sostenibles requieren más paciencia y el uso de técnicas y elementos innovadores hacen que se retrase un poco la construcción.

- **Ubicación**

Es claro que toda construcción es diferente según su localización geográfica, pues de eso depende que técnicas constructivas se pueden implementar y cuáles no, así que se debe conocer muy bien todo tipo de técnicas antes de empezar a ejecutar.

- **Disponibilidad de materiales**

Las construcciones verdes requieren materiales mucho más específicos y más ecológicos que los usados en construcciones convencionales, y debido a la poca implementación de dichos sistemas constructivos en el País, no son fáciles de conseguir y la mayoría veces hay que traerlos de distintos lugares, o países.

De acuerdo a las desventajas analizadas, se puede concluir que están más enfocadas al proceso constructivo de una obra, y a pesar de que la construcción sostenible todavía es un concepto nuevo y la falta de profesionales especializados en el tema, esto no puede ser un obstáculo para innovar con este sistema constructivo y arriesgarse a implementarlo, sabiendo que en la actualidad es una necesidad que necesita el planeta.

4.3 Gestión de proyectos

Consiste en la aplicación de un conjunto de procesos, conocimientos, herramientas y técnicas para cumplir con los requisitos del mismo y desarrollarlo de manera satisfactoria. Para esto hay que tener en cuenta que el ciclo del proyecto tiene unas etapas y sobre cada una de estas se deben aplicar una serie de áreas de conocimiento según lo aplique.

Las etapas son:

- Análisis de la viabilidad del proyecto
- Planificación detallada del trabajo a realizar
- Ejecución del proyecto
- Seguimiento y control del trabajo
- Cierre del proyecto

Teniendo en cuenta lo anterior, para que la construcción sostenible pueda ser implementada de manera eficiente y tenga buena acogida, debe haber una excelente gestión de todo el proyecto, realizando una correcta identificación y análisis desde el inicio hasta el cierre del mismo, llevando siempre de la mano un equilibrio entre los componentes social, ambiental y económico, y de este modo se puedan lograr los objetivos que suponen los desafíos del desarrollo sostenible.

4.4 Glosario

- Criterios de sostenibilidad: Son aquellas pautas que permiten mitigar el impacto ambiental, social y económico producto de la acción de ejecutar un proyecto; y ayudan a frenar el proceso del cambio climático en el que se está inmerso. (ONU O. d., 2020)
 - Impacto ambiental: Es la alteración o modificación en el medio ambiente donde su principal causa es la intervención humana. (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2018)
 - Sistema integral de información: Es un conjunto de elementos interrelacionados que capturan, almacenan y procesan datos; que se recolectan a lo largo del tiempo, y sirven para apoyar el control, análisis y toma de decisiones dentro de una organización. (esacademic, 2010)
 - Huella de carbono: Es un indicador ambiental para medir el total de gases de efecto invernadero (GEI) durante todo el ciclo de vida de un producto, desde la extracción de la materia prima, hasta el final de su vida útil. (Coppini, 2020)
 - Medidas activas: Son las estrategias que se aplican desde la etapa de diseño del proyecto, con el fin, de aprovechar al máximo las condiciones climáticas del entorno para alcanzar el confort deseado, minimizando el uso de las instalaciones. Por ejemplo: orientación del edificio, tipologías de materiales, iluminación natural, relación ventana pared, etc. (Resolución 0549, 2015)
 - Medidas pasivas: Son todas aquellas estrategias que tienen que ver con las instalaciones para alcanzar el confort deseado en la edificación, por ejemplo: ahorro de agua con la recolección de agua lluvia, aparatos eléctricos y sanitarios de bajo consumo, fuentes de energía renovable, etc. (Resolución 0549, 2015)
 - Sello Ambiental Colombiano (SAC): es una etiqueta ecológica que se obtiene por cumplir requisitos ambientales voluntarios, preestablecidos por una serie de normas técnicas que varían dependiendo de su categoría. (MinAmbiente, 2020)
 - Construcción sostenible: Es un método de construcción que involucra todo el ciclo de vida del proyecto, con el respeto y compromiso hacia el medio ambiente para reducir el impacto ambiental. En otras palabras, es una manera de actuar de la industria de la construcción hacia el logro del desarrollo sostenible, teniendo en cuenta aspectos ambientales, económicos y sociales. (Construpedia, 2019)
 - Stakeholders: Son todas aquellas personas, grupos u organizaciones que pueden afectar o verse afectados durante el ciclo de vida del proyecto. (usuarios finales, clientes, comunidades vecinas, sponsor, proveedores, etc.). (García, 2017)
 - Arquitectura bioclimática: Es aquella, que, desde la fase de inicio, busca adaptarse a las condiciones climáticas del entorno para mantener un confort térmico, dentro de la vivienda, con el menor consumo de energía posible. Implementando medidas pasivas y activas. (Sanchez & Macías, 2019)
- Desarrollo sostenible: Es el progreso que satisface las necesidades de la actualidad, sin comprometer la capacidad para generaciones futuras, garantizando un equilibrio entre los tres componentes: Ambiental, social y económico. (Ivette, 2020)

5. METODOLOGÍA

Para dar cumplimiento a los objetivos establecidos anteriormente los cuales permitirán analizar cada una de las variables que ayudarán al desarrollo de este proyecto de grado y con el fin de darle solución al problema planteado, se realizó un proceso mediante cuatro etapas como se puede apreciar a continuación:

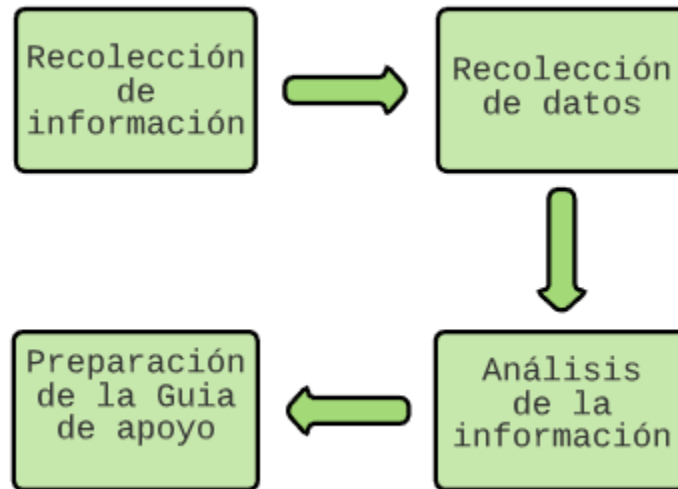


Ilustración 3. Etapas de la metodología

Fuente: Elaboración propia

5.1 Recolección de información:

Como primera instancia para iniciar el presente proyecto de grado, se investigó toda la información necesaria con respecto a la construcción sostenible, esto con el fin de poder conocer y dar claridad a dudas existentes y de esta forma poder comprender el contexto actual que vive Colombia frente a esta temática, todo esto a través de fuentes de información principalmente primarias, como lo son:

- Normativas legales
- Normativas técnicas
- Reglamentación vigente en el País
- Informes técnicos y de investigación

E igualmente información secundaria como lo son:

- Artículos basados en investigaciones
- Trabajos de grado

5.2 Recolección de datos

Una vez recopilada la información necesaria y analizada, se diseñó un modelo de encuesta, la cual es una herramienta de recolección de datos con el fin de conocer las apreciaciones o estados de opinión de una población específica en estudio.

Dicha encuesta se dirigió a empresas del sector de la construcción y profesionales con experiencia en la implementación o estudio de la edificación sostenible, con el propósito de adquirir información de primera mano que ayudara a identificar los vacíos que existen, tanto en las empresas, como, en la documentación técnica y legal para la implementación de la construcción sostenible como un sistema de gestión para todos los proyectos de construcción, ya sean obras nuevas o remodelación de estructuras existentes, en el País.

5.3 Análisis de la Información

Teniendo en cuenta la información recolectada anteriormente, se realizó un análisis de causa / efecto para hacer un estudio del problema principal, que era: la falta de implementación de un sistema de construcción sostenible en los proyectos de nuestro país, identificando las principales falencias que se logran evidenciar en las empresas constructoras del País, y de este modo poder definir una línea base para desarrollar la guía de apoyo la cual va dirigida a gerentes o empresas que busquen implementar la edificación sostenible en sus proyectos.

5.4 Preparación de la Guía de apoyo

Para la elaboración de esta guía ya mencionada, se tomó la línea base en la cual iba a estar orientada y de esta forma, poder desarrollar un documento de apoyo, en donde cualquier interesado en implementar este sistema, va a tener a la mano un resumen con los aspectos más importantes que se deben tener en cuenta (la normativa y reglamentación vigente, los beneficios tributarios, como acceder a estos y las principales certificaciones a las que puede aplicarse) para planear, diseñar y ejecutar proyectos de construcción, que minimicen su impacto negativo en el ambiente y sean económicamente viables, con el fin, de impulsar este sistema de gestión para el desarrollo de los proyectos y así contribuir con los objetivos de desarrollo sostenible .

6. DESARROLLO DE LA METODOLOGIA

6.1 Recolección de la información

Para poder encontrar un concepto concreto de construcción sostenible dentro de los objetivos del gobierno en Colombia, hay que remontarse al año 2010, cuando el PND 2010-2014 “Prosperidad para todos”, hace mención de este concepto en la estrategia “Vivienda y ciudades amables”. En aquel momento, simplemente se plantea la necesidad de definir lineamientos de política frente a la construcción y urbanismo sostenible, con el fin, de generar mayor oferta de vivienda, pero, es claro, que el termino construcción aparece muy aislado, sin fundamentos, profundización e integración. Como consecuencia, dentro de esos 4 años, el avance del sistema normativo con respecto al modelo de construcción sostenible es prácticamente nulo y, no se cumplió con la meta planteada. En el año 2014, el PND 2014-2018 “Todos por un nuevo país”, plantea un objetivo concreto y orientado, con relación, a la construcción sostenible, que consiste en crear un marco regulatorio nacional, por medio de la formulación e implementación de una política nacional, con el fin, de impulsar la implementación de este tipo de proyectos en Colombia y a su vez, se habla de la necesidad de tener un sistema de información integral que sirva de línea base para establecer los objetivos específicos de ahorro de agua y energía. A raíz de este objetivo y de la preocupación por la falta de implementación de criterios de sostenibilidad en proyectos de construcción en el País, el Ministerio de vivienda, ciudad y territorio, trabajó en el cumplimiento de este objetivo, y en el año 2015, se publicó la primera regulación con respecto a la construcción sostenible que luego daría lugar a una serie de regulaciones y documentos que rigen en la actualidad, como se puede observar a continuación (DNP, 2015).

Decreto 1285 de 2015

Es el Decreto, por el cual se modifica el decreto 1077 del mes de Mayo del 2015, “Decreto único reglamentario del sector vivienda, ciudad y territorio”, añadiendo un séptimo capítulo, con el nombre de: “Urbanización y construcción sostenible”, cuya finalidad, es establecer lineamientos de construcción sostenible, para disminuir el impacto negativo del sector de la construcción frente al medio ambiente, los cuales deben contener como mínimo: Unos porcentajes de ahorro, sistema de aplicación gradual, procedimiento de certificación, herramientas de seguimiento y control e incentivos. Todo esto adoptado en una resolución. (Decreto 1285, 2015)

Resolución 0549 de 2015

Esta resolución responde a la necesidad planteada en el Decreto 1285, con respecto, a los lineamientos de construcción sostenible. En ella se exige el cumplimiento de unos porcentajes mínimos de ahorro de agua y energía para cualquier tipo de edificación nueva, con la excepción de proyectos de vivienda VIS y VIP. Esta resolución entra en vigencia de forma gradual, al año siguiente de su publicación, es decir, que para el año 2017, todos los proyectos de edificación nueva debían cumplir con los porcentajes mínimos de ahorro establecidos, que varían, entre 15% y 45% para energía y 10% a 45%

para agua. Con el fin de dar cumplimiento a estos porcentajes, la resolución adopta un documento llamado “Guía de construcción sostenible para el ahorro de agua y energía en edificaciones”, que contiene algunas medidas pasivas y activas que se pueden incorporar dentro de la etapa de diseño de un proyecto para poder lograr, no solo los porcentajes de ahorro mínimo de energía y agua, sino, obtener mayores porcentajes de ahorro, con el fin, de aspirar a obtener una certificación de sello ambiental. Es importante saber que los porcentajes de ahorro, están relacionados con la tipología de uso de la edificación y las condiciones climáticas de la ubicación del proyecto, como consecuencia, se desarrolla un segundo documento, en donde, se encuentra la zonificación climática de Colombia, con el fin, de que, al inicio del proyecto, se logre identificar el tipo de clima en el cual está inmerso y de esta manera, se obtenga los porcentajes de ahorro mínimo que debe cumplir cada proyecto, y así poder erradicar la licencia de construcción. Este es un hito bastante importante para el crecimiento e implementación de la construcción sostenible en Colombia, ya que, es la primera regulación donde se imponen lineamientos que tienen que ver con este modelo de construcción, respondiendo a la necesidad del presente, con respecto, al cuidado del medio ambiente, y se convierte en una realidad para enfrentar los proyectos de construcción en Colombia. (Resolución 0549, 2015)

NTC 6112 de 2016

Esta norma contiene los criterios ambientales para el diseño y construcción de edificaciones sostenibles con tipo de uso, diferente al de vivienda.

La NTC 6112 contiene una serie de medidas activas y pasivas concretas, que pueden implementar los diseñadores y constructores de edificaciones de distintos tipos de uso, para lograr ser ambientalmente sostenibles. La diferencia con la “Guía de construcción sostenible para el ahorro de agua y energía en edificaciones” de la resolución 0549 de 2015, es, que esta norma contiene aspectos importantes a parte del ahorro de agua y energía, como lo son: localización del proyecto, superficies verdes adicionales, reducción de emisiones durante la construcción (ruido, material particulado, entre otras.), manejo y reducción de generación de residuos sólidos (reciclar), selección de materiales de construcción (que sean sostenibles; cumplan con la NTC de sello ambiental, si existe; materiales recuperados; materiales con contenido reciclado, etc.) y los aspectos e impactos sociales. Esto como un breve resumen del contenido de esta norma técnica. (NTC 6112, 2016)

Es importante tener claro que la implementación de esta NTC, es de carácter voluntario y, por lo tanto, hay que hacer un proceso de solicitud a los organismos de certificación debidamente acreditados, para obtener el derecho de usar el Sello Ambiental Colombiano. Este procedimiento está regulado y estipulado en la resolución 0542 del año 2008. (Resolución 0542, 2008)

Introduciendo un poco el tema del SAC (Sello Ambiental Colombiano), es una etiqueta ecológica que se obtiene por cumplir requisitos ambientales voluntarios, preestablecidos por una serie de normas técnicas que varían dependiendo de su categoría. El SAC, dio origen, en el año 2005, a partir, de la resolución 1555 del presente año y tiene como

objetivo posicionar en el mercado los bienes y servicios ambientalmente sostenibles. (Resolución 1555, 2005)

RESOLUCION 472 DE 2017

Esta resolución tiene como objetivo, establecer un sistema para la gestión integral de los residuos, provenientes de la actividad de la construcción y demolición. Aquellos proyectos que necesiten de licencia de construcción y tenga igual o más de 2000 m² de área construida, se consideran grandes generadores de RCD, por lo tanto, deben incorporar un programa de manejo ambiental de RCD y, presentarlo a la autoridad competente 30 días antes del inicio de la obra. El ANEXO 1 de la presente resolución, contiene la información mínima requerida para el programa de manejo de RCD. Pero, la resolución no solo incorpora a los generadores, sino que, también incluye obligaciones para los gestores, municipios y distritos, autoridades ambientales, etc. (Resolución 0472, 2017)

La resolución es de obligatorio cumplimiento para todas aquellas personas que intervienen en las distintas fases de la gestión integral de los residuos sólidos y tiene como gran meta, que como mínimo, el 30% del peso total de los materiales necesario para llevar a cabo la obra sean RCD aprovechables, esto se ira logrando progresivamente a lo largo del tiempo, 2 puntos porcentuales por año. También queda claro que los espacios destinados para la disposición final, deben ser seleccionados por los municipios o distritos mediante una evaluación previa, siguiendo la metodología planteada en el ART. 11, de la presenta resolución (Resolución 0472, 2017).

CONPES 3919 (Política Nacional para el Desarrollo de Edificaciones Sostenible)

Es un documento muy completo sobre la construcción sostenible. Como su nombre lo indica, es una política nacional, y por lo tanto, tiene una gran inversión de recursos destinados a la investigación de este tema tan importante para el desarrollo de las ciudades futuras. Este documento resume la situación actual de nuestro País frente a este sistema de gestión de proyectos, expone un diagnostico donde incluye una serie de problemas y plantea un plan de acción para buscar la solución de los mismos e impulsar aún más, la implementación de la edificación sostenible en el País. (CONPES 3919, 2018)

Para resaltar, este documento recrimina al marco normativo colombiano (resolución 0549 y NTC 6112, entre otras), la falta de integración de los parámetros de construcción sostenible, durante el ciclo de vida del proyecto (Diseño, construcción y operación) y es allí, donde esta política busca implementar medidas para la consecución de impactos más positivos.

Como resultado de esa investigación y del plan de acción, la política nacional, desarrolla una serie de anexos con información muy valiosa, que facilita la implementación de este sistema de construcción. Los anexos contienen diferentes temas de interés relacionados con la edificación sostenible como lo son: la descripción de los tipos de certificación sostenible nacionales e internacionales (LEED, HQE, EDGE, CASA COLOMBIA Y SAC)

y una breve comparación de sus criterios; un cuadro resumen de los criterios de sostenibilidad integral para las edificaciones, planteados por las certificaciones mencionadas anteriormente; un estudio de viabilidad económica para la inclusión de tecnologías que busquen ser amigables con el medio ambiente y los incentivos económicos nacionales para la construcción de edificaciones con criterios de sostenibilidad. Por esto y mucho más, este documento se convierte en la principal fuente de información para todos aquellos empresarios colombianos que busquen emprender en este tipo de proyectos de construcción, respondiendo a la necesidad de llevar a cabo un desarrollo sostenible. (CONPES 3919, 2018)

6.2 Recolección de datos

Una vez realizado el recorrido en el tiempo desde los inicios de la implementación de la Construcción sostenible en Colombia hasta el día de hoy, y todas sus variantes, se procedió a analizar la información recolectada y realizar una matriz de frecuencia, con el fin, de facilitar la obtención de la información en cuanto a todos los problemas y falencias encontrados por diferentes autores, a lo largo de este tiempo, en donde, se pudo observar que hay unos que inciden más que otros y de esta manera, poder resaltar y finalmente identificar los problemas más significativos a la hora de la implementación del sistema constructivo basado en la construcción sostenible.

Dicha matriz de frecuencia se realizó teniendo en cuenta diferentes artículos, investigaciones, documentos técnicos y trabajos de grado; relacionados con la construcción sostenible; en donde, se tuvo en cuenta el resultado de la investigación de 16 distintos autores representados de la siguiente manera: en las filas, se plasmaron los problemas encontrados, y en las columnas, cada uno de los autores investigados.

En cuanto al proceso de diligenciamiento de esta matriz, se marcó con una X en el espacio entre el autor y el problema identificado, si el autor, hace mención a este en su investigación y en caso de no ser así, se dejó la casilla en blanco. De este modo se pudo contabilizar el número de autores que nombran o consideran cada una de las situaciones identificadas como un inconveniente para la aplicación de la Construcción sostenible, para así, tener como resultado: los problemas más comunes tratados por los autores, en cada una de sus investigaciones acerca de la Construcción sostenible.

A continuación, se puede observar una representación, a manera de ejemplo, de una parte, de la matriz que se utilizó para la identificación de problemas:

| MATRIZ DE FRECUENCIA | | | | | | | | | |
|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|
| Num. | PROBLEMATICA | AUTOR 1 | AUTOR 2 | AUTOR12 | AUTOR13 | AUTOR14 | AUTOR15 | AUTOR16 | TOTAL |
| 1. | Falta de esfuerzos necesarios para reservar el medio ambiente | x | | | x | | | | 4 |
| 2. | Falta de conocimientos sobre la construcción sostenible | x | X | | | | x | | 11 |
| 3. | Altos costos en certificación | x | | | x | | | | 6 |
| 11. | Falta de oferta y tiempo para que este tipo de producto se venda más fácil | x | | | x | | x | | 5 |
| 12. | Falta de implementación de sistemas de ahorro de energía y agua | x | X | x | | x | | | 9 |
| 13. | Falta de profesionales certificados en el tema | | X | | | | | | 3 |
| 17. | falta de mecanismos de seguimiento a la aplicación de la normativa | | x | | x | | x | x | 5 |
| 18. | No existe una estrategia nacional unificada que consolide acciones en todas las etapas del ciclo de vida de las edificaciones | | | | | | | x | 4 |
| 19. | la necesidad de incorporar y promover criterios de sostenibilidad en edificaciones de todo tipo de uso, tanto nuevas como usadas en todo su ciclo de vida. | | x | | | | | | 3 |

*Tabla 1. Matriz de frecuencia
Fuente: Elaboración propia*

Teniendo como resultado la matriz de frecuencia, el siguiente paso fue determinar un promedio aritmético y una desviación estándar de la columna de los totales, para tener un índice que permita clasificar las problemáticas más usuales y descartar alguna que se considera menos relevante, con el fin, de tener claro un horizonte en el que se enfocó una mayor cantidad de esfuerzo en la monografía. En este caso, el índice fue de 3.01 (autores), por lo tanto, todas aquellas problemáticas que fueran mencionadas por 4 o más autores, se consideraron dentro de las más significativas.

Las problemáticas más significativas ordenadas de mayor a menor frecuencia fueron las que se pueden identificar en la siguiente tabla:

| Num. | PROBLEMÁTICA | TOTAL |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 1. | Falta de conocimiento sobre la construcción sostenible. | 11 |
| 2. | Falta de incentivos y políticas públicas que promuevan la aplicación de sistemas de gestión ambientales, el uso de materiales con características de sostenibilidad y los estudios sociológicos que sean pertinentes para la elaboración de cualquier obra de construcción. -focalizados en la construcción y compra de edificaciones con criterios de sostenibilidad. | 11 |
| 3 | Falta de concientizar a las empresas a la disminución del uso excesivo de recursos naturales | 11 |
| 4 | Falta de estrategias orientadas al diseño sostenible "ejecutar los programas anuales de vivienda urbanizando en entornos geográficos no vulnerables". -débil inclusión de criterios de sostenibilidad en las etapas del ciclo de vida de las edificaciones | 11 |
| 5 | Falta mucha normatividad referente a los criterios técnicos de construcción sostenible. | 10 |
| 6 | Falta de implementación de sistemas de ahorro de energía y agua | 9 |
| 7 | Alto costo en certificación. | 6 |
| 8 | Percepción de sobrecostos para desarrollar un proyecto sostenible. | 6 |
| 9 | La fragmentación del sector constructor y las políticas económicas de corto plazo que impiden una verdadera y eficaz coordinación entre los actores que realizan las diferentes etapas y aspectos de una obra, y los usuarios del inmueble. | 6 |
| 10 | Legislación muy limitada sobre la información técnica de la construcción sostenible. | 6 |
| 11 | Falta de materiales locales, amigables con el medio ambiente. | 5 |
| 12 | Falta de oferta y tiempo para que este tipo de producto se venda más fácil | 5 |
| 13 | Falta de organizaciones que ofrezcan programas, capacitaciones e investigaciones aplicadas a la evolución de construcción sostenible | 5 |
| 14 | falta de mecanismos de seguimiento a la aplicación de la normativa | 5 |
| 15 | Falta de esfuerzos necesarios para reservar el medio ambiente. | 4 |
| 16 | Falta de desarrollo tecnológico en la construcción | 4 |
| 17 | No existe una estrategia nacional unificada que consolide acciones en todas las etapas del ciclo de vida de las edificaciones | 4 |

*Tabla 2. Problemáticas más significativas.
Fuente: Elaboración propia*

En conclusión, como se pudo observar anteriormente, estas fueron las falencias más significativas según la metodología planteada y en las cuales se profundizó un poco más dentro de la investigación; pero no se descartó del todo las otras situaciones que también fueron identificadas por varios autores y no alcanzaron a estar por encima de la media aritmética, debido a que, algunas tienen una relación significativa con la situación actual de la Construcción sostenible en Colombia y es importante tenerlas en cuenta para el análisis final de la investigación.

De este modo, teniendo más claro un diagnóstico de la Construcción sostenible en Colombia, adicional a la matriz de frecuencia realizada, se procedió a diseñar una encuesta, con el fin, de tener otra fuente de información más específica en el contexto de la región sobre la actualidad de este tema para el desarrollo del proyecto. Ésta encuesta se aplicó a diferentes profesionales y empresas del sector de la construcción con o sin experiencia en la ejecución de proyectos de construcción sostenible en el País.

La encuesta se realizó con un total de 16 preguntas diseñadas para una fácil interpretación, las cuales fueron enfocadas a la construcción sostenible, en donde se abordaron temas inicialmente en el conocimiento de dicha temática, su normatividad en Colombia, la aplicación del sistema de construcción en proyectos de obras civiles, la vigilancia en la aplicación por parte de la Entidad competente, las certificaciones existentes, etc. Con el fin de que su respuesta proporcionara la mayor información posible, y así poder responder a los objetivos de la investigación.

Se tuvo como base 65 profesionales en el área de la construcción en Colombia, con o sin experiencia en construcción sostenible, en donde los encuestados ayudaron a confirmar algunas de las falencias encontradas con la matriz de frecuencia y así mismo, sugirieron otras más.

6.3 Análisis de información - Causa / Efecto

6.3.1. Análisis y resultados de la encuesta aplicada

Se realizó un análisis detallado a cada pregunta de la encuesta aplicada, las cuales se pueden observar a continuación:

En primera instancia, se indaga sobre el conocimiento previo del término Construcción sostenible; en donde, el 100% de los encuestados responden afirmativamente. Esto confirma, que el concepto es bastante conocido en el País y es un tema de actualidad, no solamente en Colombia, si no, en todo el mundo. Por otro lado, se tiene que el 10.8% de los 65 profesionales encuestados han aplicado este sistema para desarrollar proyectos de construcción; esto se traduce a que siete (07) personas han implementado esta buena práctica de construcción.



Figura 2. ¿Conoce el término de construcción sostenible?

Con la siguiente pregunta, se buscó medir cuantas personas, tiene más o menos idea de que se trata la construcción sostenible. Como resultado se obtuvo que el 3.1%, es decir, dos (02) personas, contestaron que la construcción sostenible no está relacionada con el medio ambiente. Esto trae como conclusión, que esas dos (02) personas, definitivamente no tienen claro el concepto de construcción sostenible.



Figura 3. En su opinión, ¿cree que la construcción sostenible está asociada con el cuidado del medio ambiente?

Se preguntó qué tan habitual es reutilizar los residuos sólidos de los proyectos de construcción de los que hacen parte. Se puede evidenciar en la Figura 4, que gran parte de los encuestados (78,5%), si realiza esta práctica de aprovechamiento de residuos sólidos de manera ocasional.

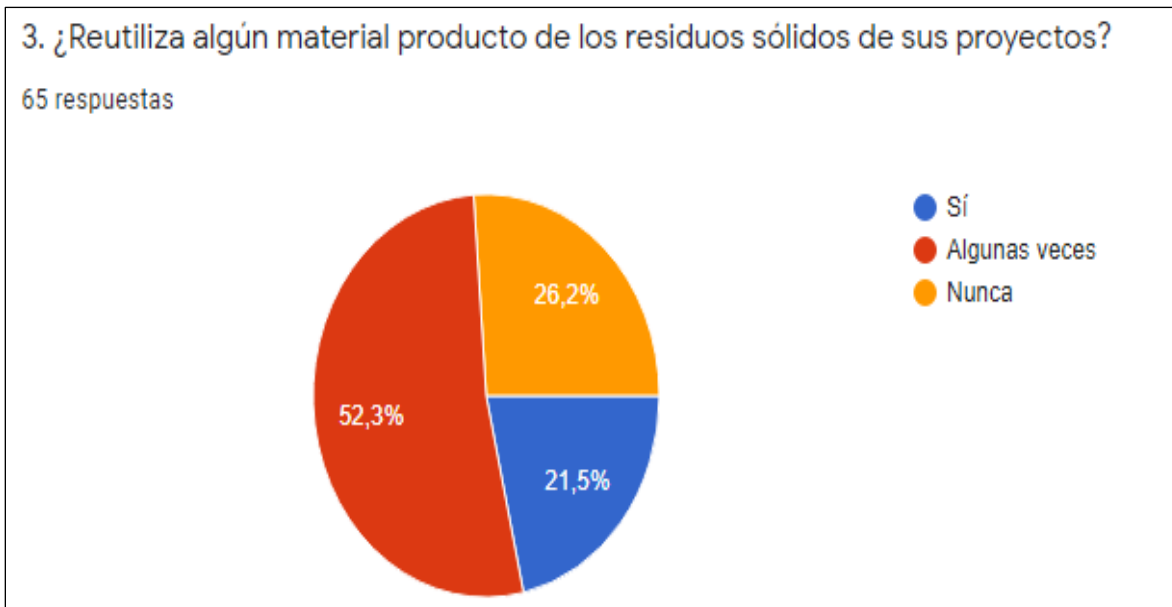


Figura 4. ¿Reutiliza algún material producto de los residuos sólidos de sus proyectos?

La siguiente pregunta tenía como objetivo medir que tanto saben los profesionales del sector de la construcción sobre los parámetros de sostenibilidad en los proyectos. Como se puede observar en la Figura 5, el resultado es preocupante, debido a que, solamente el 9.2% de los profesionales dicen conocer algo de la normativa.



Figura 5. ¿Conoce la normatividad vigente en Colombia, sobre parámetros de sostenibilidad en la construcción?

Con relación a la pregunta anterior, se preguntó específicamente el nombre de la Normativa que conocen. En ella, se obtuvieron cinco (5) respuestas a esta pregunta, distribuidas de la siguiente manera: Dos personas la Ley 1955 de 2019 y de a una (1) persona las siguientes: CONPES 3919, Resolución 0549 (guía de ahorro de agua y energía) y la Resolución 1561 de 2019.

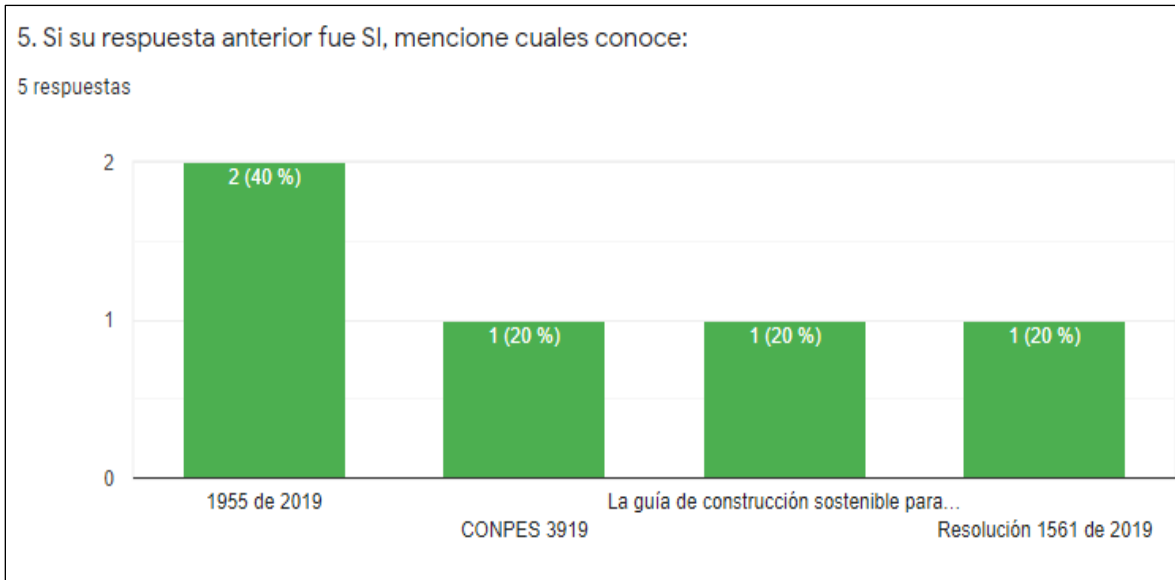


Figura 6. Si su respuesta anterior fue SI, menciones cuales conoce

Luego, se preguntó si conocían la resolución 0549 del 2015, la cual hace referencia a los parámetros y lineamientos de la construcción sostenible, para la cual, el 18,5% es decir doce (12) personas dicen conocer esta resolución.

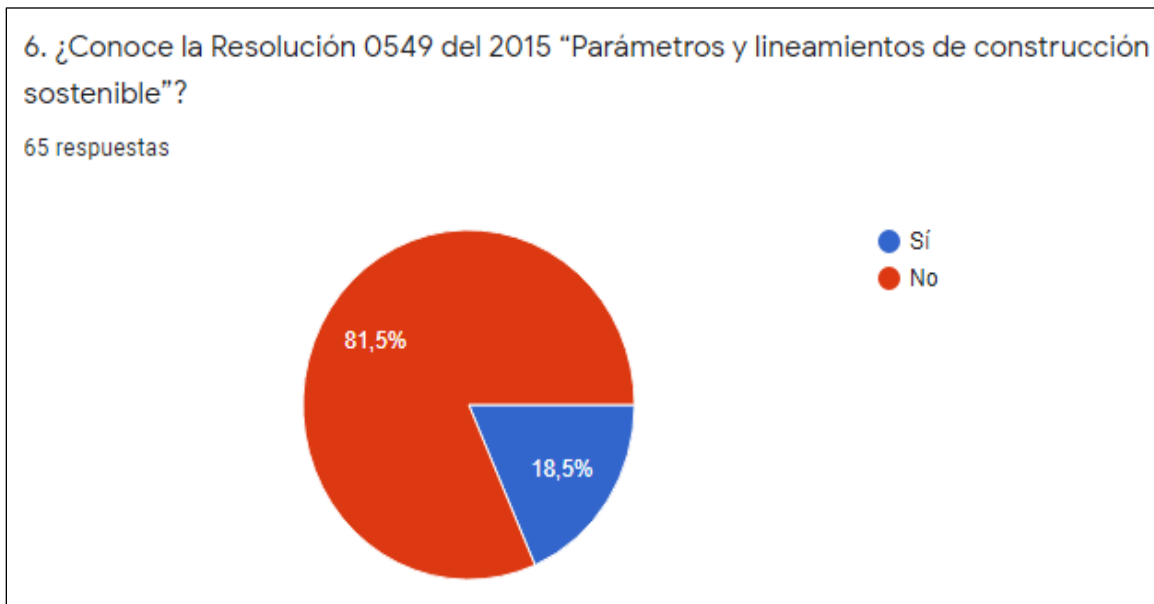


Figura 7. ¿Conoce la resolución 0549 del 2015 "Parámetros y lineamientos de construcción sostenible"?

Teniendo en cuenta el resultado anterior, se quiso verificar, si realmente estas doce (12) personas conocían dicha resolución preguntando, si en ella, se proponen los porcentajes obligatorios de ahorro tanto en agua como energía. Como respuesta, se obtuvo que, el 77,4%, sumando el 3,6% que contesto falso, no saben acerca de esta resolución, y confirma la hipótesis de la falta de conocimiento en el tema, por parte de los profesionales que ejercen en el sector de la construcción.

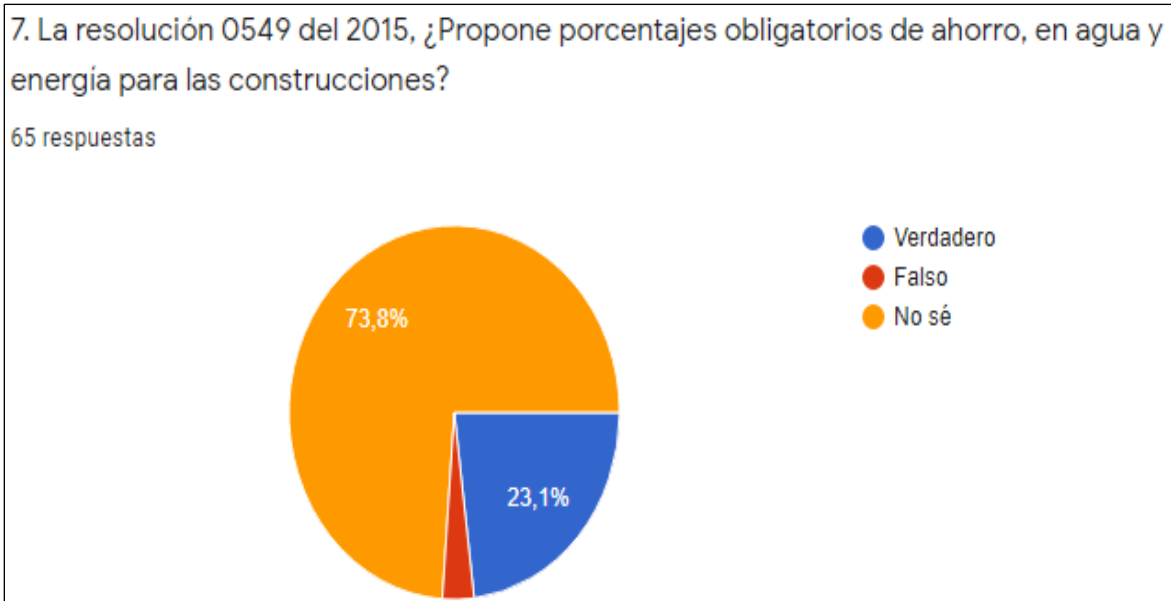


Figura 8. La resolución 0549 del 2015, ¿propone porcentajes obligatorios de ahorro, en agua y energía para las construcciones?

El objetivo de las dos siguientes preguntas era establecer una relación entre el sector público y la falta de implementación de la normatividad vigente. Como se puede observar en la Figura 9, el 93.8% de los encuestados no ha aplicado la Resolución 0549 del 2015, en los más de los 3 años que tiene de vigencia esta norma, siendo esta de carácter obligatorio para todas las edificaciones nuevas; y el 12.3% de ellos ha recibido una visita por parte de la Entidad pública encargada de supervisar el cumplimiento de toda la normatividad vigente que hay en el País como se expone en la Figura 10.

Esto quiere decir que hay una relación entre la falta de seguimiento y control por parte de las Entidades públicas competentes y la pobre implementación de las normativas vigentes en cuanto a la construcción sostenible se refiere.

Así mismo, es preciso aclarar que, parte del problema es que los profesionales de buenas prácticas deben conocer e implementar a voluntad, las normativas legales vigentes que rijan en el País, y no culpar únicamente a las Entidades públicas encargadas.

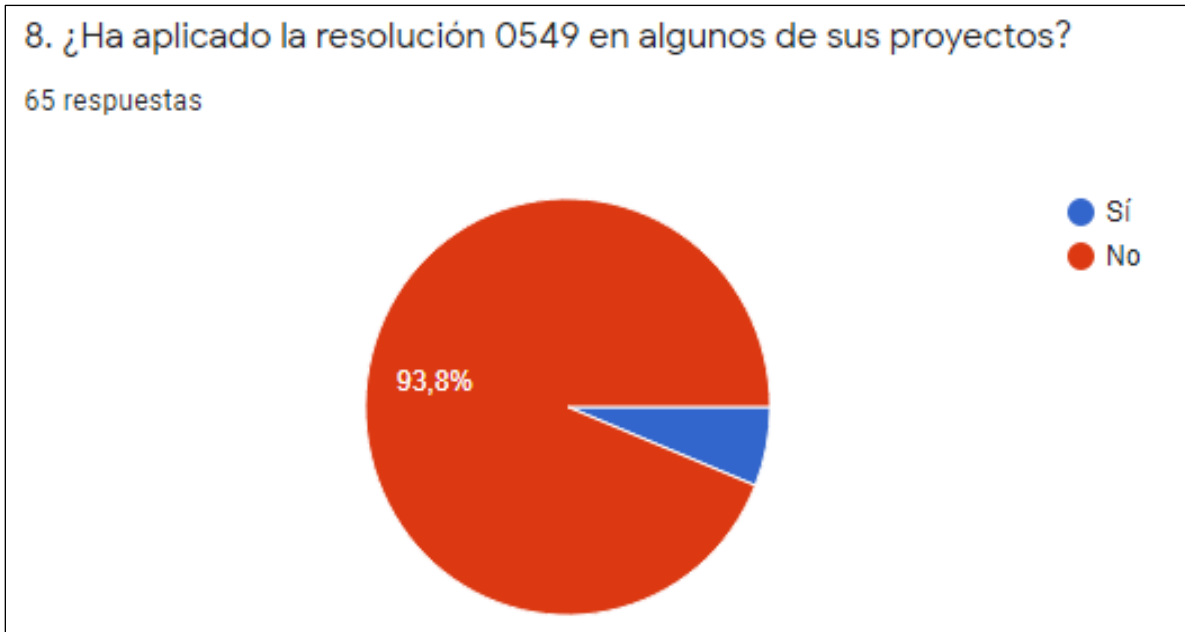


Figura 9. ¿Ha aplicado la resolución 0549 en algunos de sus proyectos?



Figura 10. ¿Alguna vez ha recibido visita por parte de la Entidad pública encargada de vigilar el cumplimiento de la normatividad?

Como se puede ver en la Figura 11 **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, las certificaciones de la sostenibilidad en las edificaciones tienen un mayor éxito publicitario que la normatividad colombiana y alrededor de un 90% de los encuestados ha escuchado alguna de las certificaciones durante su vida profesional. Pero también es importante recalcar que el 20% de los profesionales, tienen un conocimiento más amplio sobre estas certificaciones y esto trae como consecuencia, que el 80% restante, no está capacitado para desarrollar un proyecto de construcción sostenible y mucho menos

promover la implementación de estos en las empresas donde trabajan; siendo esto una confirmación de que la falta de conocimiento de los profesionales, es un problema a la hora de implementar un sistema de construcción sostenible en los proyectos.

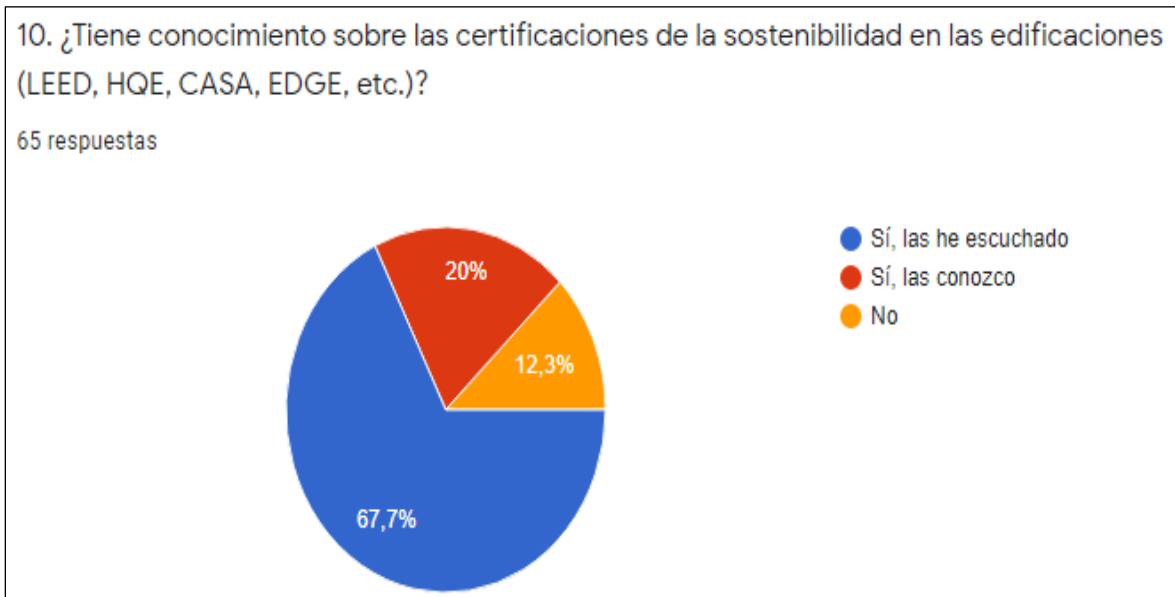


Figura 11. ¿Tiene conocimiento sobre las certificaciones de la sostenibilidad en las edificaciones (LEED, HQE, CASA, EDGE, ¿etc.)?

En la Figura 12 se puede evidenciar que el 12,3% de los encuestados afirma haber participado en proyectos certificados en construcción sostenible, es decir, ocho (08) personas de las 65 encuestadas.

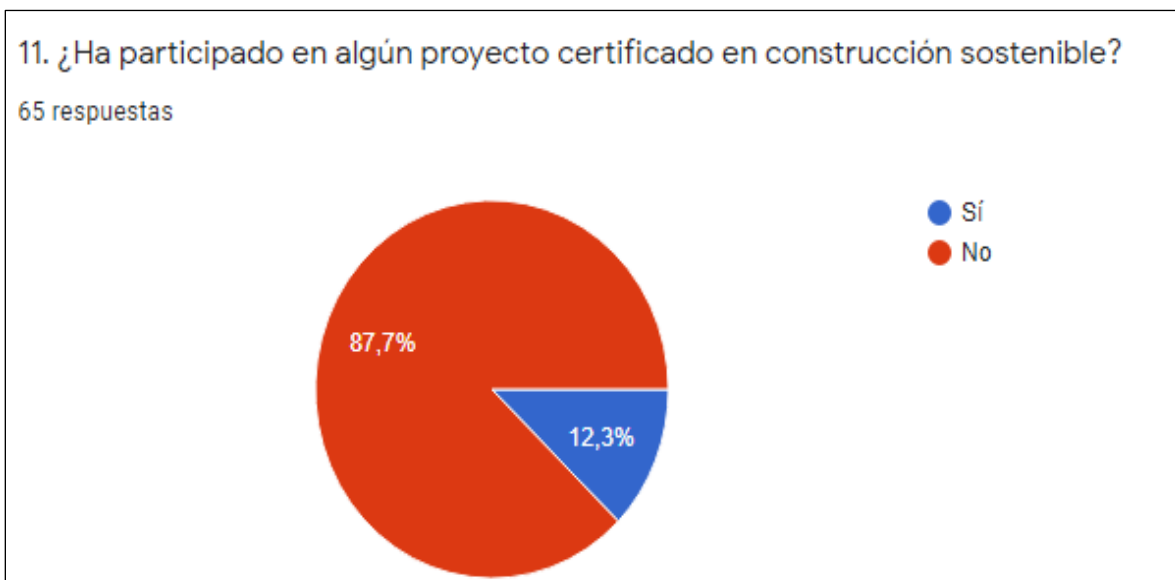


Figura 12. ¿Ha participado en algún proyecto certificado en construcción sostenible?

Un porcentaje del 76,9% de los profesionales no conocen los beneficios tributarios a los que tienen acceso por la implementación de este sistema constructivo, siendo la falta de conocimiento el mayor problema en el País.

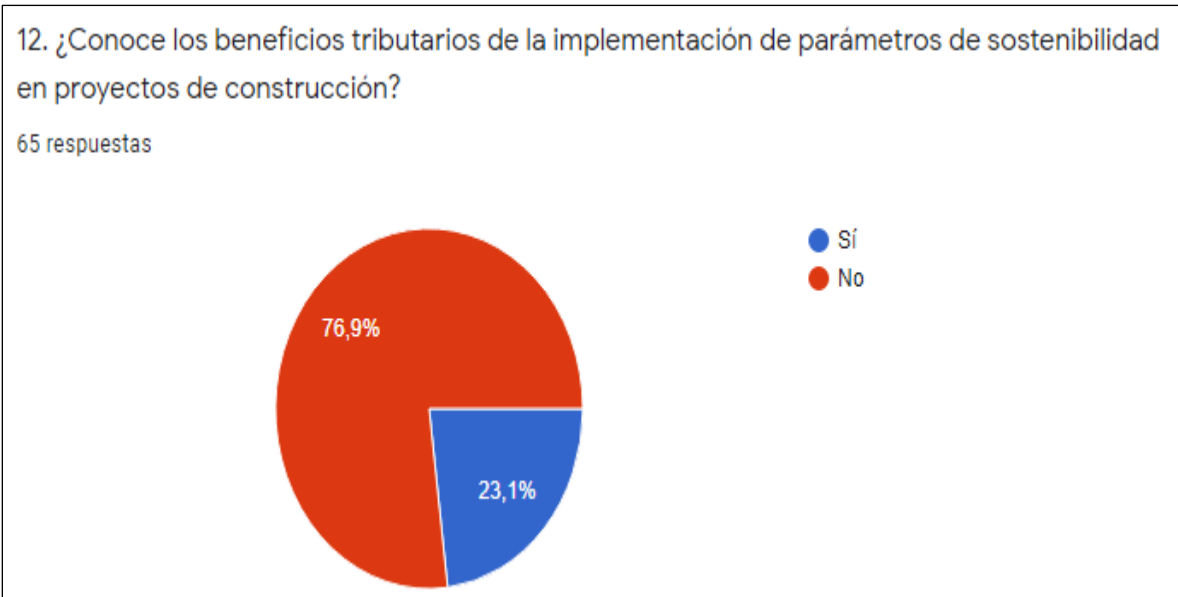


Figura 13. ¿Conoce los beneficios tributarios de la implementación de parámetros de sostenibilidad en proyectos de construcción?

Por otro lado, se obtuvo que el 23,1% si conocen estos beneficios, en donde tres (03) personas han aplicado a uno de ellos que es la exención del IVA, mientras que las once (11) personas restantes que, respondieron a esta pregunta, tienen conocimiento que existen beneficios, pero no los han aplicado.

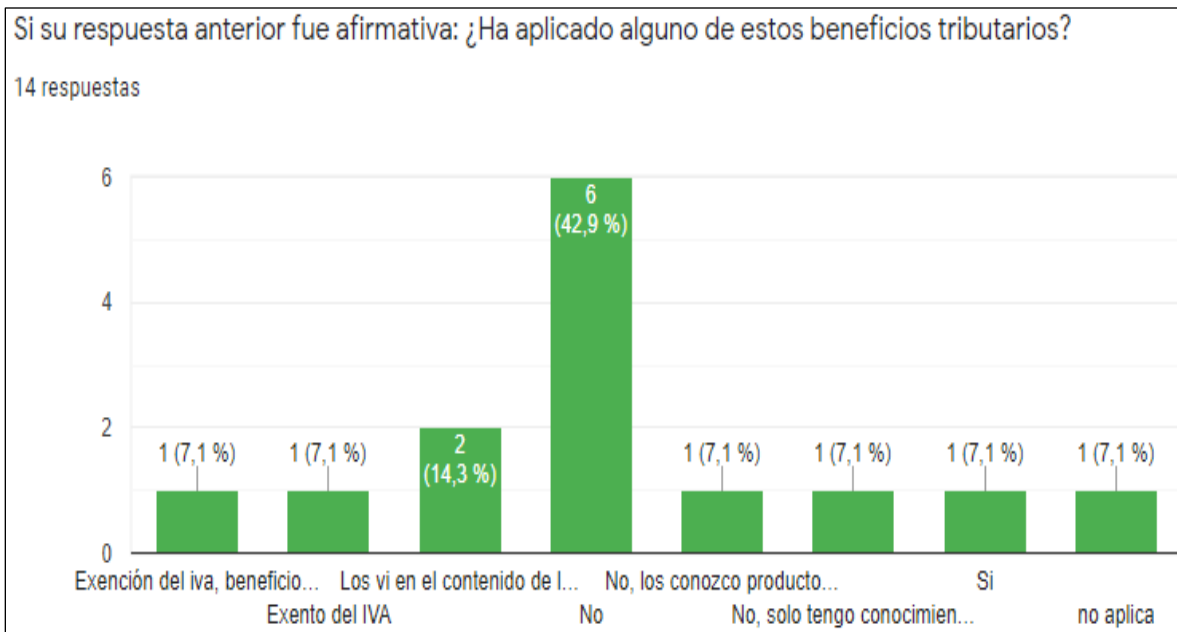


Figura 14. Si su respuesta anterior fue afirmativa, ¿Ha aplicado alguno de estos beneficios tributarios?

Se evidenció que el 100% de los encuestados estaría dispuesto a estudiar y aprender más del tema, cifra muy buena ya que es claro que los profesionales quieren incursionar en la construcción sostenible, como se puede observar en la Figura 15.



Figura 15. ¿Estaría dispuesto a estudiar sobre los parámetros de la construcción sostenible?

Adicional a esto, se solicitó a los encuestados que indicaran según su criterio cuales eran los mayores inconvenientes para la implementación de la construcción sostenible en sus proyectos, y se encontró que las cuatro falencias más determinantes son: la falta de interés por parte de las empresas (56.9%), la falta de integración de todos los actores de la cadena del sector de la construcción (52.3%), falta de implementación de la normativa existente (47.7%) y mayores costos (44.46%).

La

Figura 16 presenta el resultado completo de las respuestas obtenida en esta pregunta.

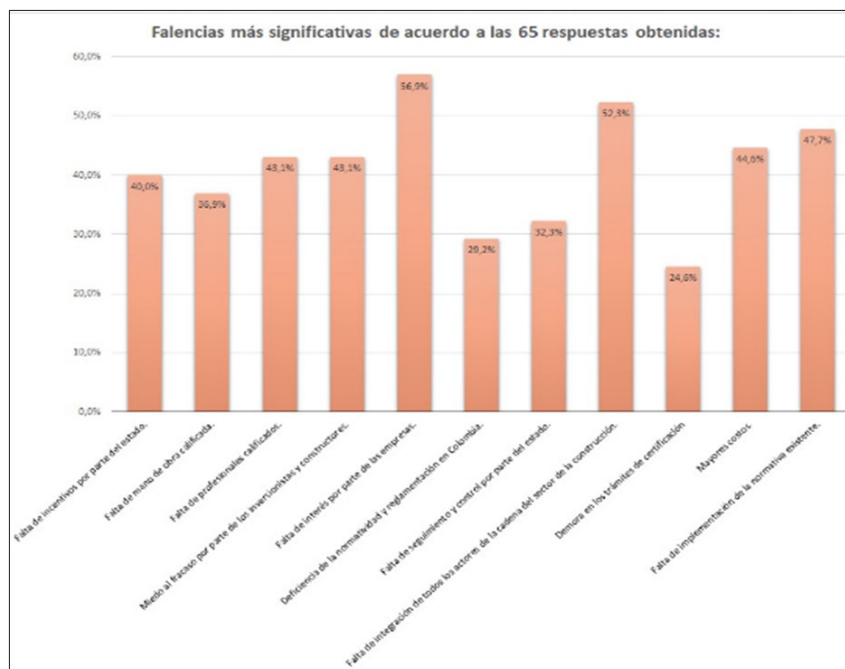


Figura 16. Falencias más significativas de acuerdo a las 65 respuestas obtenidas

Seguido a esto, a modo de pregunta abierta, con la finalidad de poder identificar nuevos posibles problemas mediante la opinión de cada uno de los 65 encuestados se volvió a indagar sobre los problemas en la implementación de la construcción sostenible en Colombia, donde el resultado fue el siguiente:

| PROBLEMA | # OCURRENCIA |
|------------------------------|---------------------|
| Falta de conocimiento | 20 |
| Mayores costos | 14 |
| No hay concientización | 6 |
| No hay respaldo del estado. | 6 |
| Miedo al fracaso | 3 |
| Mayores tiempos de ejecución | 2 |
| Falta de competitividad | 1 |
| Fallas en la normatividad. | 1 |
| Ninguno | 1 |

*Tabla 3. Problemas identificados de acuerdo a la opinión de los 65 encuestados
Fuente: elaboración propia.*

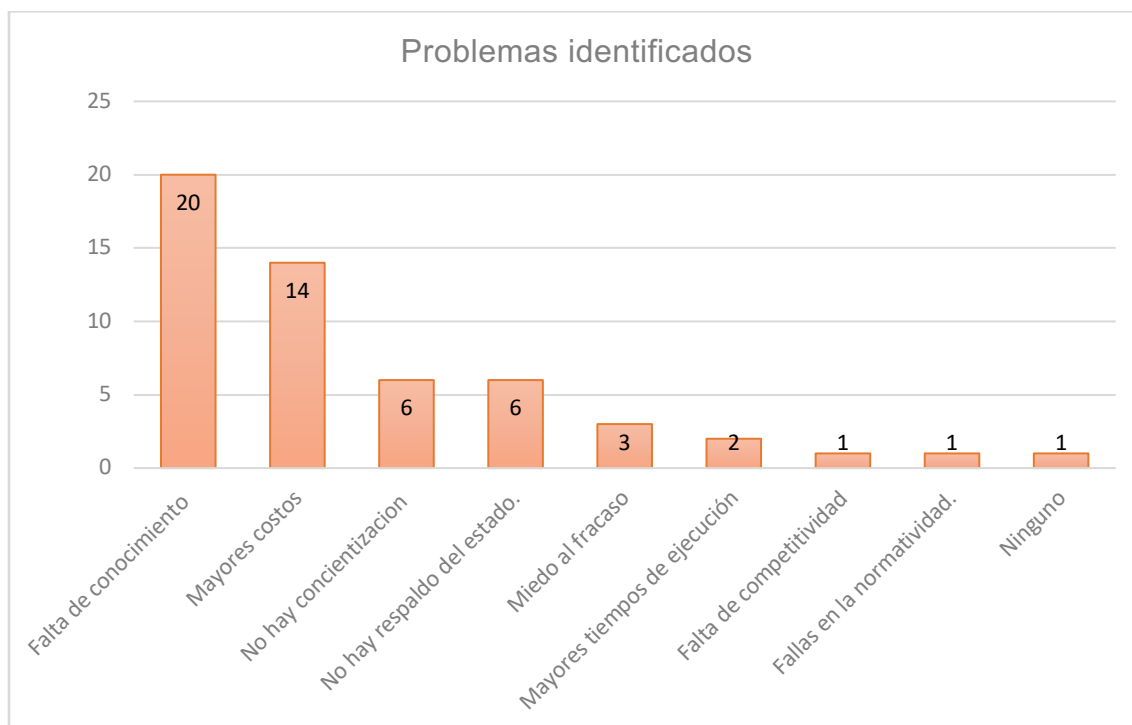


Figura 17. Problemas identificados de acuerdo a la opinión de los 65 encuestados

Finalmente, se indagó sobre el interés de los profesionales en implementar parámetros de construcción sostenible en sus proyectos. La Figura 18 expone la respuesta a este interrogante, donde se puede concluir que el 96.9% de los encuestados, es decir, la mayoría de profesionales estarían interesados en aplicar este sistema constructivo ya sea con el propósito de hacer contribuciones al medio ambiente o como un tipo de negocio en sus proyectos, y el 3.1%, es decir, dos (02) personas de las 65 encuestadas no están interesadas en hacer parte de este cambio.

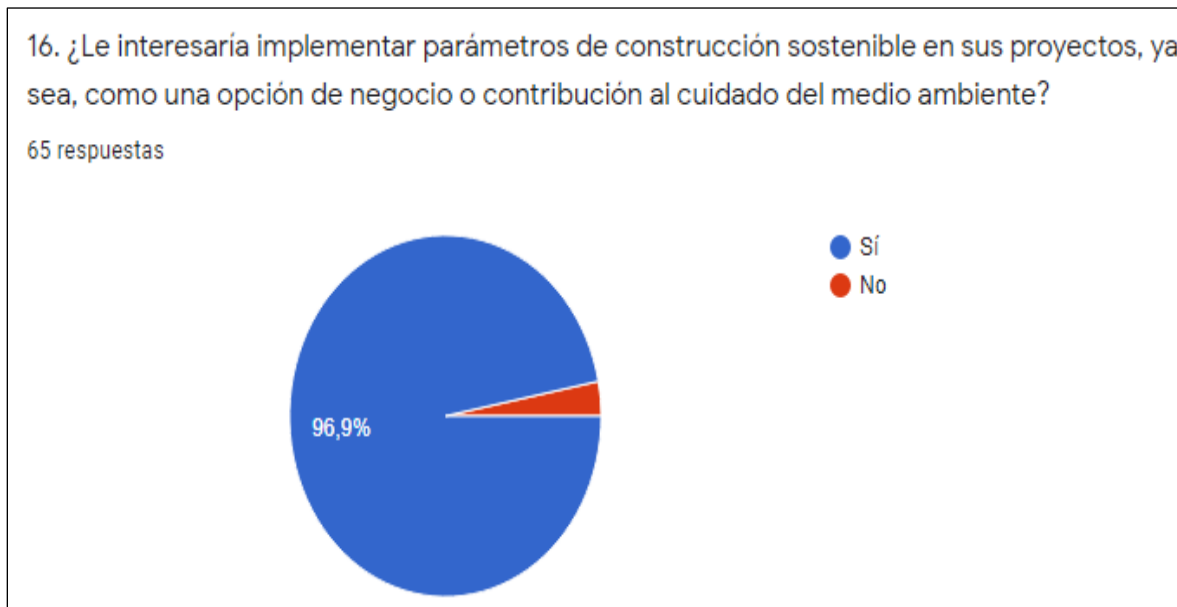


Figura 18. ¿Le interesaría implementar parámetros de construcción sostenible en sus proyectos, ya sea, como una opción de negocio o contribución al cuidado del medio ambiente?

Luego del análisis obtenido de la encuesta realizada, se pudo evidenciar que las principales problemáticas de acuerdo a los 65 profesionales encuestados son las siguientes:

| PROBLEMA |
|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Falta de interés por parte de las empresas. |
| Falta de integración de todos los actores de la cadena del sector de la construcción. |
| Falta de implementación de la normativa existente. |
| Falta de conocimiento. |
| Mayores costos. |

Tabla 4. Principales problemas de la encuesta realizada.
Fuente: elaboración propia.

6.3.2 Análisis Causa/efecto

Para hacer un análisis de Causa / Efecto se elaboró un Diagrama de Ishikawa, o mejor conocido “Espina de pescado”, el cual es una herramienta de calidad que permite visualizar las causas que involucran la ejecución de un determinado problema, ayudando a orientar a una mejor toma de decisiones (tutoriales, 2017); esto basado en la información recolectada a partir de la investigación bibliográfica existente en el País y la aplicación de la encuesta. A continuación, se puede observar el resultado del desarrollo de esta herramienta:

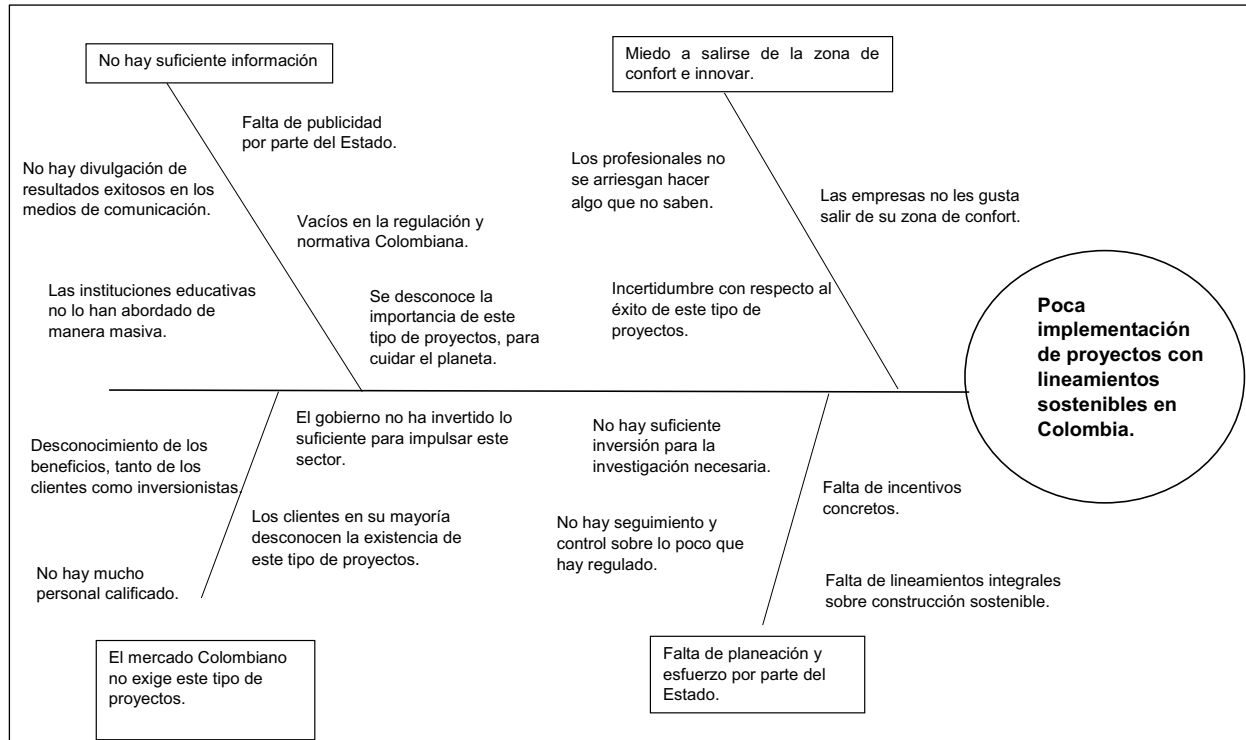


Ilustración 4. Diagrama de Ishikawa - Construcción sostenible
Fuente: elaboración propia

La finalidad de este análisis fue identificar los mayores problemas a los que se enfrenta este sistema de gestión de proyectos en Colombia, para que sea mayormente usado en todos los futuros proyectos de construcción del País.

7. ANALISIS DE RESULTADOS

Después del diagnóstico que se obtuvo con la aplicación de diferentes herramientas a lo largo del trabajo de grado, se realizó un análisis basado en el ciclo de vida del proyecto (inicio, planeación, ejecución y operación), en el que, se exhiben los posibles problemas y las herramientas que pueden ayudar a desarrollar de adecuada manera este sistema de gestión de la construcción sostenible.

Producto de dicha evaluación, se obtiene que uno de los problemas más significativos, en la falta de implementación de la Construcción sostenible, en Colombia es el desconocimiento de los profesionales en todos los aspectos. Desde la parte técnica, hasta la parte legal y tributaria.

En Colombia, desde el año 2008, se creó el Consejo Colombiano de Construcción Sostenible (CCCS), cuyo objetivo es impulsar el desarrollo de proyectos amigables con el medio ambiente y hace un tiempo atrás, ha logrado grandes resultados, como la emisión de la certificación CASA Colombia. Esta organización, es una excelente opción para aquellas empresas que estén decididas a emprender, en el desarrollo de proyectos sostenibles, debido a que, tiene gran variedad de eventos, diplomados, cursos, acreditaciones y talleres, entre otros; relacionados con la construcción sostenible. Además, tiene un sistema de membresía que permite estar informado de los últimos avances y obtener un beneficio económico en los eventos mencionados anteriormente, todos relacionados con la construcción sostenible. Por otra parte, hay varias prestigiosas universidades del País, que ya cuentan con estudios de postgrado en esta materia, por lo que, no es una excusa, decir que no hay oportunidades en el País para iniciar la formación de los profesionales que intervienen en cualquier fase del ciclo de vida de un proyecto.

Es importante tener claro que, sin una correcta capacitación de los profesionales, la probabilidad de obtener buenos resultados, tanto económicos, como materiales, es mucho menor.

Después de superada la barrera del desconocimiento, con respecto a todo lo que implica desarrollar un proyecto sustentable, ya se puede pensar en la posibilidad de iniciar la gestión de este tipo de proyectos, con todo lo que esto implica. De los primeros aspectos y uno de los más importantes, es la viabilidad económica del proyecto, para poder venderlo a los clientes, inversionistas, o los famosos llamados stakeholders. Para esto, es necesario estar al tanto de todas las oportunidades y beneficios tributarios que trae consigo la regulación Colombiana, en aras de impulsar la implementación de la construcción sostenible, como lo son: la reducción de costos, implementando estrategias para reducir los tiempos en trámites de licencias, exención de impuestos del predial y derecho de licencias; estrategias de financiación con tasas preferenciales en los créditos para constructores y personas que quieran adquirir un inmueble con certificación en construcción sostenible; y mayores ingresos permitiendo mayor porcentaje de edificabilidad y devolución de IVA de algunos materiales que cumplan con unos requisitos mínimos, etc.

Pero, no solo basta con conocerlos, sino, saber el cómo, cuándo y dónde, aplicar cada una de estas posibilidades.

Otro de los grandes problemas evidenciados durante la investigación, es la falta de integración de todo el ciclo de vida del proyecto (Inicio, planeación, ejecución y operación) para la implementación de criterios de sostenibilidad. Normalmente, el diario vivir en los proyectos con respecto a la implementación de la sostenibilidad, es que cuando se va a empezar la ejecución del mismo, se busca de una u otra manera, reducir el impacto negativo, reutilizando materiales producto de actividades como: la demolición o excavación, y con la instalación de aparatos eléctricos y sanitarios, ahorradores. Pero esto, no es suficiente para lograr un verdadero impacto positivo y, por lo tanto, es una inadecuada práctica de las empresas y profesionales Colombianos. Un proyecto, inicia desde el momento en que se concibe la idea y de ahí en adelante, todo debe apuntar hacia el mismo objetivo; satisfacer las necesidades actuales, sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras.

Para iniciar con el pie derecho un proyecto de Construcción sostenible, se debe hacer énfasis de lo que se quiere desde la fase de inicio. En ella, lo que se busca a grandes rasgos, es hacer una correcta evaluación del entorno de cada una de las posibles ubicaciones, donde se pueda ejecutar el proyecto. Para esto, los gestores del proyecto deben apoyarse en los criterios de calificación, de las diferentes certificaciones de sostenibilidad en edificaciones, nacionales e internacionales (LEED, CASA COLOMBIA, EDGE, HQE, etc.); con el fin, de que el terreno seleccionado, sea el más adecuado, desde el punto de vista de la sostenibilidad. Cabe aclarar, que la selección de la certificación a trabajar, es totalmente voluntaria y depende única y exclusivamente del gestor de proyecto o el profesional competente, no sin antes informarse de las pequeñas diferencias que existen entre una y otra, para seleccionar la que más convenga según las condiciones del proyecto.

Se analizó, que en la fase de planeación está gran parte de la solución al problema; por eso es importante que las empresas dediquen la cantidad de tiempo y recursos necesarios durante esta fase, antes de iniciar con la etapa de ejecución. Lo primero, es tener claro la ubicación del proyecto y con cuál de los sellos de sostenibilidad se quiere trabajar; después se procede a buscar un arquitecto diseñador, con la suficiente experiencia para exigirle un diseño arquitectónico bioclimático, desde la fase inicial. Este diseño consiste en adaptarse a las condiciones climáticas del lugar y aprovecharlos, de tal manera, que se minimice al máximo el consumo de energía para mantener el confort de los usuarios que habiten la edificación (Arquitectura, 2018), esto se logra con la implementación de una serie de medidas pasivas y activas, que, desarrolladas de manera adecuada, aumentan la probabilidad de lograr buenos resultados en la búsqueda a una futura certificación.

Habiendo terminado la fase de planeación, la fase de ejecución será más sencilla, ya que, no se van a tomar decisiones sobre la marcha y simplemente hay que ejecutar el proyecto, según lo estipulado en la prefactibilidad, factibilidad y los diseños; pero si es

importante tener claro, que desde esta fase también se deben tomar decisiones que contribuyan a reducir el impacto negativo del proyecto y lograr un mejor resultado; por ejemplo, en situaciones donde haya que demoler algún elemento, se debe estudiar la posibilidad de reutilizar ese material u elemento estructural antes de iniciar la demolición, o, simplemente, buscar una empresa especializada en la reutilización de residuos y ponerlos a su disposición. Otra manera de lograr un buen resultado es haciendo una selección de materiales (Pinturas, materiales de recubrimiento, ladrillo, bloque de arcilla, baldosa cerámica, acero plano conformado en frío, entre otros), con una huella ecológica baja, a comparación de los materiales convencionales y que tengan un sello ambiental que lo certifique. En el caso de Colombia, está el Sello Ambiental Colombiano (SAC), reglamentado su uso mediante la resolución 1555 del 2015. La obtención de este sello, significa que el proceso de fabricación de estos materiales, tiene un menor impacto sobre el medio ambiente a comparación de un proceso “normal” de producción. Básicamente, lo que se busca en la fase de ejecución, es reducir los porcentajes de la emisión de residuos sólidos, químicos producto de la construcción, y esto se consigue con un buen manejo, dirección y conocimiento de los aspectos claves, en materia de la sostenibilidad.

Por ultimo y no menos importante, sigue la fase de operación. Algunas empresas creen que cuando se entrega la edificación al cliente, se da por terminado el proyecto y se desentienden completamente. Pero esa práctica es completamente errónea. Todas las edificaciones son diseñadas y ejecutadas para cierto uso, por lo tanto, es importante que durante la operación se haga un seguimiento y control del uso de los recursos como el agua y energía para mirar que tan efectivas fueron las medidas pasivas y activas que se usaron y si realmente se está cumpliendo con los ahorros estipulados, puesto que, de no ser así, es posible que el nivel del sello de certificación que se esperaba lograr, no se alcance. En otras palabras, esa es la función que cumplen los sellos de sostenibilidad, verificar que todos esos supuestos que se plantearon en las fases previas, se cumplan. Hacer un seguimiento a la fase de operación durante algunos años, puede demandar algunos recursos económicos, pero el valor agregado que le puede generar a la empresa para futuros proyectos es mucho mayor y esta va a contribuir a llevar a su empresa por el camino de una mejora continua.

8. CONCLUSIONES

Antes de poner en práctica este sistema de construcción, se deben formar a los profesionales, o, brindar el espacio, tiempo e incluso un permiso de trabajo; para que ellos lo hagan, a fin de ser competentes a la hora de desarrollar este tipo de proyectos y obtener un resultado satisfactorio para todos los interesados del proyecto.

Los dos métodos que se usaron para la recolección de datos, muestran como resultado que el problema fundamental de la falta de implementación de la construcción sostenible en Colombia, es la escasez de conocimiento de las personas que intervienen en la cadena de valor del sector de la construcción tanto en el sector público como en el sector privado. Al vencer la barrera de la ignorancia, muchos de los “problemas” que se evidencian hoy en día, se podrán transformar en oportunidades de negocio para desarrollar proyectos de construcción sostenible.

Dentro del análisis expuesto sobre la normatividad colombiana, se evidencia un avance importante en materia de criterios de sostenibilidad de uso obligatorio para el ahorro de agua y energía, que, si bien no están integrados con relación a todo el ciclo de vida del proyecto, es un buen punto de partida para que las empresas implementen esas buenas prácticas en sus proyectos de construcción.

La implementación de criterios de sostenibilidad en los proyectos de construcción en Colombia, depende única y exclusivamente de las empresas y profesionales de la construcción, debido a que, hasta el momento, el Ministerio de vivienda, ciudad y territorio no ha impuesto una normativa que obligue la implementación de dichos criterios durante el ciclo de vida de un proyecto. Hasta el momento la única normativa de uso obligatorio es la Resolución 0549, por la cual se establecen los porcentajes mínimos de ahorro de agua y energía, pero esta no es suficiente para lograr los resultados óptimos.

La necesidad de suplir la demanda de vivienda e infraestructura para las poblaciones actuales y futuras hace que el sector de la construcción tenga un potencial económico importante, por eso es necesario que desde ya se tomen medidas que ayuden a contribuir con la reducción del impacto ambiental, puesto que, si se siguen explotando los recursos naturales de la misma forma como se ha venido haciendo la proyección es que dentro de unos 100 años se alcancen los límites de crecimiento del planeta.

Como se pudo ver a lo largo de este trabajo, existen varias herramientas en el País que buscan impulsar la implementación de la construcción sostenible. Si bien es cierto, que hay varios vacíos técnicos y normativos, esto no impide que empresas y profesionales del sector desarrollen este tipo de proyectos, por el contrario, se debe ver esto como una oportunidad de explorar una nueva idea de negocio y aportar desde la experiencia a la solución de estos problemas.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo Agudelo, H., Vásquez Hernández, A., & Ramírez Cardona, D. A. (2012). Sostenibilidad: actualidad y necesidad en el sector de la construcción en Colombia. *Gestión y Ambiente*, 105-117.
- Arquitectura, H. d. (12 de Septiembre de 2018). *MEDIDAS ACTIVAS Y PASIVAS EN LA ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA*. Obtenido de <https://huellasdearquitectura.wordpress.com/2018/09/12/medidas-activas-y-pasivas-en-la-arquitectura-bioclimatica/>
- CAMACOL, CCCS, IFC. (2020). *camacol.co*. Obtenido de <https://camacol.co/sites/default/files/documentos/Gu%C3%ADa%20Introducci%C3%B3n%20a%20la%20Construcci%C3%B3n%20Sostenible.pdf>
- CCCS, C. C., CAMACOL, C. C., & IFC, C. F. (2020). INTRODUCCION A LA CONSTRUCCION SOSTENIBLE. BOGOTA.
- CONPES 3919, P. n. (23 de 03 de 2018). *Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Sostenible*. Obtenido de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3919.pdf>
- Construpedia. (2019). *Construcción sostenible*. Obtenido de https://www.construmatica.com/construpedia/Construcci%C3%B3n_Sostenible
- Coppini, M. V. (08 de 10 de 2020). *Huella de carbono y herramientas para calcularla*. Obtenido de https://geoinnova.org/blog-territorio/huella-carbono-herramientas/?gclid=CjwKCAiAmrOBBhA0EiwArn3mfFm14P6pcPyDLSVLpq57MU5iFAd7dHWp7xBMMYpnhJFdpxtkBbgehoCAKIQA_VD_BwE
- Decreto 1285, M. d. (12 de junio de 2015). *Funcionpublica.gov*. Obtenido de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=62885>
- DNP, D. N. (MAYO de 2015). *Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018*. Obtenido de <https://www.uexternado.edu.co/wp-content/uploads/2017/01/Presentacion-PND-Sector-TIC-Simon-Gaviria.pdf>
- esacademic. (2010). *Sistema Integral de Información*. Obtenido de <https://esacademic.com/dic.nsf/eswiki/1094296>
- Garcia, I. (30 de 08 de 2017). *Definición de Stakeholders*. Obtenido de <https://www.economiasimple.net/glosario/stakeholders>
- Gerendas Kiss Sandor Alejandro. (27 de junio de 2019). *Resumen y conclusiones de la Cumbre de Río*. Obtenido de <https://www.gestiopolis.com/resumen-y-conclusiones-de-la-cumbre-de-rio/>
- Greg, K. (2003). *Los costos y los beneficios financieros de los edificios ecológicos*. California.
- Grupo LafargeHolcim. (2021). *Que Es La Construcción Sostenible*. Obtenido de <https://www.holcim.com.ec/desarrollo-sostenible/holcim-foundation-for-sustainable-construction/que-es-la-construccion-sostenible>

- Ivette, A. (09 de 02 de 2020). *Desarrollo sostenible*. Obtenido de <https://economipedia.com/definiciones/desarrollo-sostenible.html>
- MARATUM. (2020). *Edificar en el presente para garantizar el futuro: La innovación en la construcción sostenible*. Obtenido de <https://blogedificacionyenergia.com/innovacion-construccion-sostenible/>
- MinAmbiente. (2020). *Sello Ambiental Colombiano*. Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/366-plantilla-asuntos-ambientales-y-sectorial-y-urbana-19>
- Ministerio de vivienda, c. y. (10 de julio de 2015). *Resolución 0549 de 2015*. Obtenido de <https://www.cccs.org.co/wp/download/resolucion-0549-de-2015/?wpdmdl=5681&refresh=5ff383e71216f1609794535>
- NTC 6112, I. (16 de 03 de 2016). *Incontec Internacional*.
- ONU, A. G. (25 de 09 de 2015). *Desarrollo sostenible*. Obtenido de Antecedentes: <https://www.un.org/es/ga/president/65/issues/sustdev.shtml>
- ONU, O. d. (2020). *Objetivos de desarrollo sostenible*. Obtenido de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- PNUD. (2015). *undp.org*. Obtenido de <https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html>
- Ramírez, A. (2020). *La construcción sostenible*. Obtenido de Construcción verde: https://www.cofis.es/pdf/fys/fys13/fys13_30-33.pdf
- Resolución 0472, M. d. (28 de 02 de 2017). *Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible*. Obtenido de RESOLUCION 0472: <https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/3a-RESOLUCION-472-DE-2017.pdf>
- Resolución 0542, M. d. (4 de 4 de 2008). *Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible*. Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/366-plantilla-asuntos-ambientales-y-sectorial-y-urbana-19>
- Resolución 0549, M. d. (10 de 07 de 2015). *ismd.com.co*. Obtenido de <http://ismd.com.co/wp-content/uploads/2017/03/Resoluci%C3%B3n-549-de-2015.pdf>
- Resolución 1555, M. d. (2005). *Resolución 1555*. Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/366-plantilla-asuntos-ambientales-y-sectorial-y-urbana-19>
- Rodríguez, F., & Fernández, G. (2010). Ingeniería sostenible: nuevos objetivos en los proyectos de construcción. *Revista ingeniería de construcción*, 147- 160.
- Sánchez, B., & Macías, M. (2019). *Arquitectura Bioclimática: Conceptos y técnicas*. Obtenido de <https://ecohabitar.org/arquitectura-bioclimatica-conceptos-y-tecnicas/>

- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (13 de 08 de 2018). *Impacto ambiental y tipos de impacto ambiental*. Obtenido de <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/impacto-ambiental-y-tipos-de-impacto-ambiental>
- Sepúlveda, I. A. (2016). <https://ciencia.lasalle.edu.co/>. Obtenido de https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1113&context=ing_civil
- SIEM. (s.f.). *Características de la construcción sostenible y principales materiales*. Obtenido de <https://www.siemservicios.com/caracteristicas-de-la-construccion-sostenible-y-principales-materiales/>
- Turner, C., & Frankel, M. (2008). *Desempeño de la energía LEED para la nueva construcción de edificios*. Washington: Instituto de nuevas edificaciones.
- tutoriales, G. (03 de Marzo de 2017). *Qué es el Diagrama de Ishikawa o Diagrama de Causa Efecto*. Obtenido de <https://www.gestiondeoperaciones.net/gestion-de-calidad/que-es-el-diagrama-de-ishikawa-o-diagrama-de-causa-efecto/>
- Universidad Politécnica de Madrid. (2020). *Itdupm*. Obtenido de Proyecto piloto de Introducción de los ODS en la Universidad: <http://www.itd.upm.es/odsenindustriales/pasos-hasta-los-ods/ods-odm/>
- Vera, L. C. (2010). *repositorio.uniandes.edu.co*. Obtenido de <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/11155/u402347.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- ZAR, O. y. (2020). *Ventajas y desventajas de las viviendas sostenibles*. Obtenido de <https://zarservicios.es/ventajas-desventajas-las-viviendas-sostenibles/>
- Zaragoza, F. M. (2009). Los límites del crecimiento. *Tribuna libre*, 10-16.