



**DISEÑO DE HERRAMIENTA PARA LA EVALUACIÓN DEL  
COMPONENTE DE SOSTENIBILIDAD EN PROYECTOS DEL SECTOR DE  
LA CONSTRUCCIÓN**

**Juan Carlos Santoyo Gutiérrez**

Universidad EAN

Facultad De Ingeniería

Maestría en Gerencia de Proyectos

Bogotá, Colombia

2020

---

**DISEÑO DE HERRAMIENTA PARA LA EVALUACIÓN DEL  
COMPONENTE DE SOSTENIBILIDAD EN PROYECTOS DEL SECTOR DE  
LA CONSTRUCCIÓN**

**Juan Carlos Santoyo Gutierrez**

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:

**Magister en Gerencia de Proyectos**

**Director (a):**

Antonio Rodríguez

Universidad EAN

Facultad de Ingeniería

Maestría en Gerencia de Proyectos

Bogotá, Colombia

2020

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

---

Firma del director del trabajo de grado

## Dedicatoria

A mi hijo Juan Andrés, motor y motivación de mi vida y a dos ángeles que me observan desde el cielo.

*“El punto de partida de todo logro es el deseo. Mantén esto constantemente en tu mente. El deseo débil trae resultados débiles, al igual que un pequeño fuego hace una pequeña cantidad de calor”.*

Napoleón Hil

## Resumen

La industria de la construcción es sin duda uno de los sectores más importantes en el desarrollo del país contribuyendo en gran proporción al mejoramiento de las condiciones en sectores como vivienda, transporte, cubrimiento de servicios básicos, entre otros. Este proyecto busca elaborar un diagnóstico de la situación actual del componente de sostenibilidad y definir una herramienta de medición de dicho componente para proyectos desarrollados en el sector de la construcción. La estructuración del documento partió de un levantamiento de información para la identificación de las variables a medir dentro del marco del concepto de sostenibilidad, identificando tres variables: Dimensión Ambiental, Dimensión Social y Dimensión Económica, cada una de ellas con su respectivo desarrollo y despliegue. Posteriormente se diseñó y aplicó una herramienta de investigación (Encuesta) a 38 profesionales de diferentes carreras y con experiencia específica entre 3 y más de 10 años en la ejecución de proyectos de construcción con la cual se hizo el respectivo análisis estadístico.

Con los resultados obtenidos de la medición estadística realizada para cada variable, se concluyó que ninguna de las dimensiones inherentes a la sostenibilidad tiene la suficiente fuerza de implementación en los proyectos de construcción de acuerdo con la experiencia de los perfiles evaluados. Finalmente, para el desarrollo de este proyecto se diseñó una herramienta de medición integral del componente de sostenibilidad la cual puede ser aplicado en los proyectos de construcción.

**Palabras clave:** Dimensión Ambiental, Dimensión Social, Dimensión Económica

---

**Abstract**

The construction industry is undoubtedly one of the most important sectors in the development of the country contributing in a large proportion to the improvement of conditions in sectors such as housing, transport, coverage of basic services, among others. This project seeks and works a diagnosis of the current situation of the sustainability component and define a tool for measuring that component for projects developed in the construction sector.

The structuring of the document was based on an information survey for the identification of the variables to be measured within the framework of the concept of sustainability, identifying three variables: Environmental Dimension, Social Dimension and Economic Dimension, each with its respective development and deployment. Subsequently, a research tool (Survey) was designed and applied to 38 professionals from different careers and with specific experience between 3 and more than 10 years in the execution of construction projects with which the respective statistical analysis was made.

As results obtained from the statistical measurement carried out for each variable, as a general conclusion it was concluded that none of the dimensions inherent in sustainability has sufficient implementation strength in construction projects according to the experience of the evaluated profiles. Finally, a comprehensive measurement model of the sustainability component was designed which can be applied in construction projects.

**Keywords:** Environmental Dimension, Social Dimension, Economic Dimension.

## Tabla de contenido

<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>10</b>
<b>LISTA DE TABLAS.....</b>	<b>11</b>
<b>LISTA DE GRÁFICOS.....</b>	<b>12</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>13</b>
1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	14
1.2. SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	14
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>15</b>
2.1. OBJETIVO GENERAL.....	15
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
<b>3. JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>16</b>
<b>4. MARCO DE REFERENCIA.....</b>	<b>18</b>
4.1. PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE EN COLOMBIA.....	19
4.2. DIMENSIÓN SOCIAL.....	28
4.2.1. Relación entre proyectos de construcción y aspectos sociales.....	30
4.3. DIMENSIÓN AMBIENTAL.....	32
4.3.1. Análisis del ciclo de vida del proyecto.....	33
4.3.2. Aplicación de criterios de sostenibilidad.....	33
4.2.3. Aspectos Ambientales.....	34
4.4. DIMENSIÓN ECONÓMICA.....	35

---

4.5.	CASOS DE ÉXITO DE PROYECTOS SOSTENIBLES EN COLOMBIA .....	37
<b>5.</b>	<b>HIPÓTESIS.....</b>	<b>39</b>
<b>6.</b>	<b>METODOLOGÍA .....</b>	<b>39</b>
<b>7.</b>	<b>TRABAJO DE CAMPO .....</b>	<b>40</b>
7.1.	CONCEPTUALIZACIÓN DE VARIABLES.....	41
7.1.1.	Dimensión ambiental del proyecto.....	41
7.1.2.	Dimensión social del proyecto.....	41
7.1.3.	Dimensión económica del proyecto .....	41
7.2.	HERRAMIENTA DE MEDICIÓN -ENCUESTA .....	42
7.3.	PROCESAMIENTO ESTADÍSTICO DE DATOS.....	43
7.3.1.	Determinación de la muestra .....	43
7.3.2.	Validación del instrumento.....	44
7.3.3.	Correlación entre variables .....	54
7.3.4.	Consolidados profesionales encuestados.....	58
7.4.	ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	60
7.4.1.	Análisis por años de experiencia.....	61
7.4.2.	Análisis por profesión .....	63
7.5.	PROPUESTA DE MEDICIÓN COMPONENTE DE SOSTENIBILIDAD .....	66
<b>8.</b>	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>70</b>
<b>9.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>71</b>
<b>10.</b>	<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>72</b>



- 
- B. Pruebas de normalidad variable social, preguntas 14 al 24: **¡Error! Marcador no definido.**
- C. Pruebas de normalidad variable Económica, preguntas 25 al 28: ..... **¡Error! Marcador no definido.**
- D. Procesamiento de datos variable - dimensión ambiental **¡Error! Marcador no definido.**
- E. Procesamiento de datos variable – dimensión social..... **¡Error! Marcador no definido.**

## Lista de figuras

<b>Figura 1.</b> La Evolución en el Foco de la Gestión de los Proyectos.....	23
<b>Figura 2.</b> Ontología P5 .....	25
<b>Figura 3.</b> Criterios de Negocios verdes .....	25
<b>Figura 4.</b> CASA- Categorías claves de la sostenibilidad Integral.....	26
<b>Figura 5.</b> Las tres dimensiones de la infraestructura sostenible.....	32
<b>Figura 6.</b> Elementos generadores de impactos ambientales en proyectos .....	33
<b>Figura 7.</b> Ciclo de vida Cradle to Cradle .....	36

## Lista de tablas

<b>Tabla 1.</b> Aspectos ambientales más comunes .....	34
<b>Tabla 2.</b> Descripción categorías -Encuesta .....	42
<b>Tabla 3.</b> Resumen procesamiento de datos .....	44
<b>Tabla 4.</b> Estadísticas de Fiabilidad .....	45
<b>Tabla 5.</b> Resumen procesamiento de datos .....	45
<b>Tabla 6.</b> Pruebas de Normalidad .....	50
<b>Tabla 7.</b> Correlación entre las variables .....	54
<b>Tabla 8.</b> Resultados Promedio por componente.....	60
<b>Tabla 9.</b> Validación por años de experiencia - Componente Ambiental .....	61
<b>Tabla 10.</b> Validación por años de experiencia – Componente Social .....	62
<b>Tabla 11.</b> Validación por años de experiencia – Componente Económico .....	63
<b>Tabla 12.</b> Validación por Profesión – Componente Ambiental .....	64
<b>Tabla 13.</b> Promedio general por Profesión – Componente Social .....	65
<b>Tabla 14.</b> Validación por Profesión – Componente Económico.....	66
<b>Tabla 15.</b> Herramienta para la evaluación componente de sostenibilidad.....	67
<b>Tabla 16.</b> Rangos de desempeño componente de Sostenibilidad.....	70

## Lista de gráficos

<b>Gráfico 1.</b> Distribución porcentual de encuestados.....	58
<b>Gráfico 2.</b> Distribución porcentual de encuestados.....	59
<b>Gráfico 3.</b> Promedio general por componente .....	60
<b>Gráfico 4.</b> Promedio general por años de experiencia – Componente Ambiental .....	61
<b>Gráfico 5.</b> Promedio general por años de experiencia – Componente Social.....	62
<b>Gráfico 6.</b> Promedio general por años de experiencia – Componente Económico.....	63
<b>Gráfico 7.</b> Promedio general por Profesión – Componente Ambiental.....	64
<b>Gráfico 8.</b> Promedio general por Profesión – Componente Social .....	65
<b>Gráfico 9.</b> Promedio general por Profesión – Componente Económico .....	66

## 1. Introducción

El componente de sostenibilidad en el marco del desarrollo industrial día a día toma más importancia puesto que ya es un elemento que está incluido dentro de las nuevas políticas públicas de desarrollo. Actualmente, no se cuenta con un diagnóstico que permita evaluar si el componente de sostenibilidad realmente se está incluyendo y midiendo de manera técnica y precisa en los diferentes proyectos que se desarrollan en el sector de infraestructura a pesar de contar con herramientas como la definidas en la metodología estandarizada Prim incorpora la aplicación de la sostenibilidad social, económica, y ambiental, procesos efectivos de gestión de proyectos y sus productos, utilizando herramientas e indicadores clave de rendimiento.

De acuerdo con Ordoñez y Meneses (2015), actualmente en Colombia el desempeño de un contratista de obra se determina de acuerdo con los avances y resultados obtenidos en la construcción de la misma, mas no por su desempeño ambiental; sin embargo, cualquier tipo de obra civil se puede llevar a cabo con mayor o menor complejidad, dependiendo de la disponibilidad de recursos naturales en la zona y la visión que tenga la comunidad sobre el proyecto, de tal forma que la inversión económica y el tiempo de ejecución no solo dependerá de las actividades y costos netos de las obras civiles sino, además, de factores ambientales y sociales propios del lugar de ejecución. (Ordoñez, M. y Meneses L, 2015).

La formulación y evaluación del desempeño en proyectos en el sector de la construcción en Colombia debe considerar con mayor atención el componente de sostenibilidad, de otra manera se dificulta el desarrollo de las generaciones futuras y la sociedad. Varios de los

proyectos desarrollados en el sector de la construcción, podrían estarse ejecutando sin validaciones serias frente al componente de sostenibilidad y los riesgos e impactos de los proyectos por temas ambientales difícilmente estarían siendo contemplados.

Como resultado de la problemática determinada, se propone realizar una herramienta de medición sobre el componente de sostenibilidad en proyectos desarrollados en el marco del sector de la construcción en Colombia con el fin de contar con una base de conocimiento que permita identificar el papel actual de la sostenibilidad frente al tema.

### **1.1. Formulación del Problema de investigación**

¿Cuál es el estado actual del componente de sostenibilidad en proyectos del sector de la construcción y cuáles son los factores por evaluar en un diagnóstico de dicho componente?

### **1.2. Sistematización del problema de Investigación**

- ¿Qué metodologías o herramientas existen actualmente para evaluar el componente de sostenibilidad en un proyecto?
- ¿Cuáles son los criterios técnicos para evaluar el componente de la sostenibilidad en proyectos del sector de la construcción?
- ¿Cómo aplicar una herramienta que permita diagnosticar y valorar el componente de sostenibilidad en proyectos del sector de la construcción?
- ¿Cómo integrar el componente de sostenibilidad, con el desempeño en alcance, tiempo, costo, en proyectos de la construcción?

## **2. Objetivos**

### **2.1. Objetivo general**

Diseñar una herramienta de medición del componente de sostenibilidad que se pueda integrar dentro de la formulación y ejecución de proyectos del sector de la construcción.

### **2.2. Objetivos específicos**

- Identificar las metodologías o herramientas que existen para evaluar el componente de sostenibilidad en un proyecto.
- Diseñar una (herramienta) encuesta que permita valorar el estado actual del componente de sostenibilidad en la formulación y ejecución de proyectos del sector de la construcción.
- Identificar y priorizar los criterios técnicos que se deben tener en cuenta para evaluar el componente de sostenibilidad en proyectos del sector de la construcción.
- Diseñar una herramienta de medición del componente de sostenibilidad que se pueda integrar dentro de la evaluación de proyectos del sector de la construcción.

### 3. Justificación

La industria de la construcción en Colombia cumple sin duda alguna un papel fundamental en el desarrollo de la sociedad ya que es a través de esta industria se gestan importantes proyectos enfocados a los sectores de vivienda, transporte, cubrimiento de servicios básicos, entre otros.

Para la economía colombiana, el sector de infraestructura es muy importante ya que aporta entre el 5 y el 10% de los empleos y entre el 5 y el 15% del PIB de acuerdo cifras del DANE. Sin embargo, si bien se deben resaltar los aportes del sector para la economía, también se hace necesario mencionar que la ejecución de proyectos de infraestructura es uno de los principales factores que genera impactos ambientales negativos ya que es una industria que requiere un alto consumo de recursos y genera una gran cantidad de residuos.

De acuerdo con Acevedo, Vásquez y Ramírez (2012), el 40% de las materias primas en el mundo, que equivalen a 3000 millones de toneladas por año, son destinadas para la construcción. Esto mismo sucede con el 17% del agua potable, el 10% de la tierra, y el 25% de la madera cultivada, valor que asciende al 70% si se considera el total de los recursos madereros. El sector constructor es también el responsable de más de un tercio del consumo de energía en el mundo, en su mayoría durante el tiempo de habitación y uso del inmueble. Un 20% de la energía es consumida durante el proceso de construcción, elaboración de materiales y demolición de las obras de construcción. Sólo en el caso del CO<sub>2</sub>, las edificaciones producen el 33% de las emisiones de este gas, que son, en la actualidad, motivo de numerosos proyectos de investigación. Asimismo, la construcción es responsable de la generación del 30% de los residuos sólidos mundiales, demostrando la necesidad de generar



métodos y aplicar prácticas que reduzcan la cantidad de residuos en vista del agotamiento del espacio para su adecuada disposición.

Esta problemática se traduce en costos a causa de la degradación ambiental que, para Colombia, supera el 3.7% del PIB por año por el aumento en la frecuencia de desastres naturales y la degradación de los suelos por la modificación del entorno, y el deterioro de la salud por contaminación del aire y del agua, en las zonas urbanas, donde ya habita más del 50% de la población mundial (Acevedo, Vásquez y Ramírez, 2012).

Con base en los lineamientos establecidos en la estrategia de infraestructura definida por del Banco Interamericano de Desarrollo BID, se destinan cada vez más recursos en busca de fortalecer la infraestructura para la competitividad y el bienestar social como una de las cinco prioridades establecidas para alcanzar los objetivos generales del BID de reducir la pobreza y la desigualdad y promover el crecimiento sostenible. (BID, 2013).

Una de las guías que en la actualidad existen para la gestión de proyectos sostenibles, es la guía de referencia GPM en donde mediante las directrices definidas en el estándar P5 (Personas, Planeta, Prosperidad, y Productos), se busca dar una alineación entre los proyectos y el componente de sostenibilidad. Sin embargo, de acuerdo con Rivas, C. (2016), el concepto de sostenibilidad es utilizado de muchas maneras y con variados e imprecisos significados para describir un sin fin de actividades; lo cual muchas veces convierte en muletilla el termino, y puede correr el riesgo de difuminarse por el abuso de su empleo (Rivas, 2016).

Por lo anterior y teniendo en cuenta que los proyectos de infraestructura tienen grandes posibilidades de implementar practicas sostenibles, esta investigación se realiza para diagnosticar y evaluar la manera como en la actualidad se contempla el componente de

sostenibilidad en proyectos del sector de infraestructura, y de esta manera poder concluir si efectivamente el termino sostenibilidad hace parte de un proceso de implementación técnico en los proyectos o sencillamente es un término que se menciona mucho pero que se implementa poco.

#### **4. Marco de referencia**

De acuerdo con (Acevedo Agudelo , Vásquez Hernández, & Ramírez Cardona, 2012), la industria de la construcción es, sin duda, protagonista en el desarrollo de las sociedades, ya que es responsable directa de la creación de infraestructura de vivienda, transporte, instalaciones sanitarias, entre otros proyectos, en las que se gesta la cultura y el crecimiento económico de la humanidad. La verdadera influencia del sector en la economía mundial se aprecia en el hecho de que, en 2007, generó 4.7 trillones de dólares (Langdon, 2008), aportando el 10% del PIB global y empleando a más de 111 millones de personas (UNEP, 2009). Por lo general, el sector genera entre el 5 y el 10% de los empleos y aporta del 5% al 15% del PIB de un país (UNEP, 2007), cifra que para Colombia fue del 5,8% en el 2009 (DANE, 2009).

De igual manera, (Acevedo Agudelo , Vásquez Hernández, & Ramírez Cardona, 2012), plantean que, a pesar de su importancia del sector de la construcción para el crecimiento, la práctica constructiva es, además, uno de los principales actores en el proceso de modificación del planeta y de contaminación, pues es un gran consumidor de recursos y generador de desechos. El 40% de las materias primas en el mundo, que equivalen a 3000 millones de toneladas por año, son destinadas para la construcción. Esto mismo sucede con el 17% del agua potable, el 10% de la tierra y el 25% de la madera cultivada, valor que asciende al 70%

si se considera el total de los recursos madereros. El sector constructor es también el responsable de más de un tercio del consumo de energía en el mundo, en su mayoría durante el tiempo de habitación y uso del inmueble. Un 20% de la energía es consumida durante el proceso de construcción, elaboración de materiales y demolición de las obras de construcción.

Por otra parte, durante el periodo III Trimestre 2015 – III Trimestre 2016, en el Distrito Capital las ramas de la economía que presentaron mayor incremento fueron la construcción (12,1%), seguido de establecimientos financieros (4,0%) y actividades de servicios comunales, sociales y personales (1,5%); en contraposición, las ramas económicas con mayores decrecimientos reportados durante el mismo periodo fueron electricidad gas y agua (-2,4%) y la industria manufacturera (-1,3%). Respecto al trimestre inmediatamente anterior, el PIB de Bogotá D.C., aumentó 1,0%. Este resultado se explica principalmente por el comportamiento de: Construcción con 11,6%; Industrias manufactureras con 2,8% y transporte, almacenamiento y comunicaciones (1,7%), de acuerdo con lo referido por el IDU. (Instituto de Desarrollo Urbano - IDU, 2017).

#### **4.1. Proyectos de construcción sostenible en Colombia**

Teniendo en cuenta lo referido por el (CCCS, Concejo Colombiano de Construcción sostenible, 2019), para los próximos tres años se puede prever que va a haber una política pública favorable a la construcción sostenible. Hay políticas nacionales como el compes 3919, la estrategia nacional de economía circular y la política de crecimiento verde que dan línea a los objetivos del gobierno actual.

Otro aspecto importante del comportamiento del mercado que puede generar oportunidades de impacto para la construcción sostenible es el déficit habitacional cuantitativo y cualitativo que tiene actualmente el país. Según la Secretaria Distrital de Planeación (2019), se necesitan entre 770.000 y 926.000 viviendas nuevas en Bogotá en los próximos 12 años para atender la demanda que crece año a año.

En cuanto a tecnología, en los últimos años se ha visto un desarrollo acelerado de tecnologías que facilitan la construcción sostenible al mejorar la eficiencia, brindar la información para la toma de decisiones y reducir los costos. También hay una creciente innovación en materiales con mejores atributos de sostenibilidad. Frente a la disponibilidad de estas nuevas tecnologías se ve una apropiación muy variada, pero en general lenta por parte de las empresas del sector. (CCCS, Concejo Colombiano de Construcción sostenible, 2019).

Finalmente, es necesario definir estrategias para promover el mercado de la construcción sostenible. Según los resultados del informe Actividad Edificadora (2019), en Bogotá y Cundinamarca se presenta una alta disposición a pagar más por una vivienda que incorpore elementos ambientales de construcción sostenible. En Bogotá el 62% mostro interés, mientras que en Cundinamarca el 52,7%. Sin, embargo, este compromiso todavía no se ve reflejado de manera tangible en las decisiones de compra ni en la voluntad de pagar un precio mayor por los productos, servicios y proyectos inmobiliarios con criterios de sostenibilidad. (CCCS, Concejo Colombiano de Construcción sostenible, 2019).

De acuerdo con estrategia de infraestructura del del BID, plasmada en el documento que habla sobre la infraestructura sostenible para la competitividad y el crecimiento inclusivo, la

infraestructura para la competitividad y el bienestar social es una de las cinco prioridades para poder alcanzar los objetivos generales del BID, de reducir la pobreza, la desigualdad y promover el crecimiento sostenible. La nueva visión de infraestructura del Banco Interamericano de Desarrollo incorpora como pilares fundamentales la sostenibilidad ambiental, social y fiscal, y reconoce que es necesario expandir enfoques multisectoriales que permitan aprovechar las sinergias entre los sectores de infraestructura

La infraestructura puede impactar negativamente en la calidad de vida y en la generación de oportunidades futuras de crecimiento si contribuye al cambio climático y si su diseño, construcción e impactos indirectos y acumulativos destruyen hábitats naturales. El cambio climático debe ser entendido como un desafío para el desarrollo, y por ello no integrar la dimensión ambiental y social al proceso de generación de infraestructura, comenzando por su planificación, es un error con consecuencias prolongadas en el tiempo, dado el largo ciclo de vida de la infraestructura. El BID ha liderado la agenda de cambio climático y sostenibilidad, y le ha dado un impulso significativo priorizándola en el GCI-9 y elaborando una Estrategia de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático, y de Energía Sostenible y Renovable (GN-2609-1). A su vez ha desarrollado políticas de aplicación obligatoria en los proyectos que tienen por objeto implementar acciones que mitiguen los riesgos de impactos negativos ambientales y sociales.

La incorporación del análisis de riesgo de desastres desde la etapa de la planificación, con un enfoque preventivo, resulta vital dado el prolongado ciclo de vida de la infraestructura. La gestión del riesgo de desastres involucra un conjunto de medidas que van desde la reducción del riesgo para la infraestructura física y por lo tanto para las personas y el

ambiente hasta la creación de capacidades individuales e institucionales. Estudios recientes<sup>8</sup> muestran que la incorporación de la Gestión del Riesgo de Desastres (GRD) desde la etapa de planificación es altamente rentable, pues reduce cuatro dólares en pérdidas por desastre por cada dólar que se invierte en la GRD.

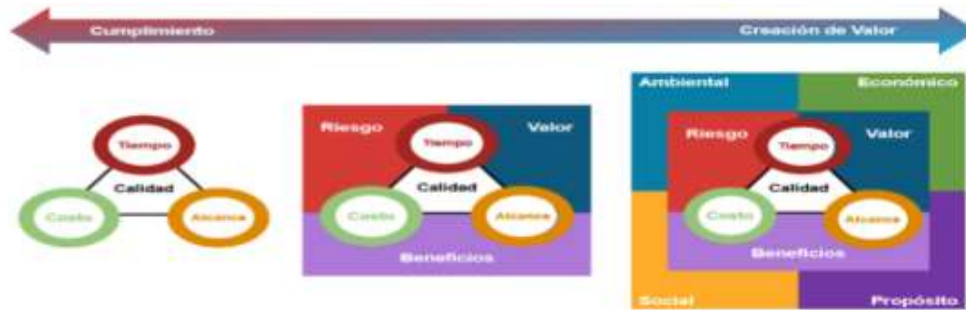
De igual manera, refiere la estrategia del BID, que el desarrollo de la infraestructura suele asociarse con impactos negativos en el medioambiente, lo cual no siempre es correcto, ya que existe un gran potencial de sinergias entre los proyectos de infraestructura, el crecimiento económico y el cuidado del medioambiente. Hay una gran variedad de proyectos de infraestructura que son necesarios para potenciar el desarrollo o mejorar la calidad de vida y que no presentan trade-offs entre crecimiento y conservación. Incorporar la dimensión ambiental en la planificación de la infraestructura a nivel local, nacional y regional como estrategia del Banco Interamericano de desarrollo, implica que la planificación de la infraestructura debe incrementar su alcance, superando las dimensiones de ubicación y tamaño de los proyectos. Un enfoque comprensivo de la planificación puede potenciar los impactos positivos de la infraestructura sobre el desarrollo. Por ejemplo, una ruta construida en un área sin control de la deforestación ilegal genera altos impactos negativos. Sin embargo, si se fortalece la gobernanza diseñando programas de explotación forestal sostenible, la ruta puede incluso generar impactos netos positivos. Los préstamos basados en políticas y CT serán algunos de los instrumentos que el BID utilizará para contribuir a gestionar las externalidades ambientales y sociales asociadas al desarrollo de la infraestructura. (Banco Interamericano de Desarrollo BID, 2013).

A medida que la gestión de proyectos madura, está cambiando su visión de lo que es el éxito en los proyectos. La profesión ahora está yendo más allá de su enfoque tradicional de tiempo costo y alcance para poner énfasis en la entrega de los objetivos del caso de negocio a la vez que mantiene el foco en el ciclo de vida de los activos

La guía metodológica de proyectos sostenibles GPM, define un proyecto sostenible cuando dentro de los requerimientos y restricciones se incluye la mitigación de los impactos ambientales, sociales y económicos negativos y el logro de los beneficios descritos en el caso del negocio. De acuerdo con lo anterior, el próximo paso en la evolución de los proyectos, es adoptar un carácter distintivo de la sostenibilidad, donde los proyectos no se realicen a expensas del planeta y sus recursos limitados. La gerencia de proyectos debe hacer mayores esfuerzos para abordar los impactos sociales y ambientales de cada proyecto, de modo que el mundo en el que vivimos y que estamos tomando prestado de las generaciones futuras pueda regenerarse y mantenerse. (Carboni, Duncan, González, Peter, & Young, 2018).

Con el fin de dar este paso, la gestión de proyectos debe pasar a una visión más amplia y cabal del impacto y del valor de los proyectos como se ilustra a continuación:

***Figura 1. La Evolución en el Foco de la Gestión de los Proyectos***



**Fuente:** (Carboni, Duncan, González, Peter, & Young, 2018)

El estándar P5 constituye (Personas, Planeta, Prosperidad, Procesos y Productos), es una herramienta que respalda la alineación de las carteras, programas y proyectos con la estrategia organizacional para la sostenibilidad y se focaliza en los impactos de los procesos y de los entregables del proyecto en el medio ambiente, en la sociedad, en el resultado corporativo y en la economía local. Los elementos del P5 describen las acciones que debe realizar un director de proyectos para entregar un proyecto sostenible. El estándar P5 es un atabla periódica de elementos para las medidas de sostenibilidad que deben considerarse en cada proyecto, y un vínculo entre los proyectos y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Proporciona orientación sobre como integrar la sostenibilidad con la gestión de proyectos.



Figura 2. Ontología P5

PROYECTO											
Impactos de los Productos											
Impacto de los Procesos (de Gestión de los Proyectos)											
Impactos Sociales (Personas)				Impactos Ambientales (Planeta)				Impactos Económicos (Prosperidad)			
1. Prácticas Laborales y Trabajo Decente	2. Sociedad y Clientes	3. Derechos Humanos	4. Comportamiento Ético	5. Transporte	6. Energía	7. Agua	8. Consumo	9. Retorno de la Inversión	10. Agilidad de Empresa	11. Estimulación Económica	
a	Empleo y Dotación de Personal	Ayuda a la Comunidad	No discriminación	Prácticas de Inversión y Contratación	Adquisiciones Locales	Consumo de Energía	Calidad del Agua	Reciclado	Relación Costo-Beneficio	Flexibilidad/Opcionalidad en el Proyecto	Impacto Económico Local
b	Relaciones Laborales/de Gestión	Políticas Públicas y Cumplimiento	Trabajo Infantil Explotador	Corrupción y Soborno	Comunicación Digital	Emisiones de CO2	Consumo de Agua	Disposición	Beneficios Financieros Directos	Aumento de la Flexibilidad del Negocio	Beneficios Indirectos
c	Salud y Seguridad del Proyecto	Salud y Seguridad del Consumidor	Trabajo Forzado y Obligado	Comportamiento Anticompetitivo	Viajes y Desplazamientos	Retorno de Energía Limpia	Desplazamiento del Agua Sanitaria	Contaminación y Polución	Tasa Externa de Retorno		
d	Capacitación y Educación	Etiquetado de Productos y Servicios			Logística	Energía Renovable		Residuos	Tasa Interna de Retorno		
e	Aprendizaje Organizacional	PUBLICIDAD y Comunicación de Venta							Valor Presente Neto		
f	Diversidad e Igualdad de Oportunidades	Privacidad del Consumidor									
g	Desarrollo de Competencia Local										

Fuente: (Carboni, Duncan, González, Peter, & Young, 2018)

Teniendo en cuenta la Guía de verificación y Evaluación de Criterios de Negocios verdes del Ministerio de Ambiente, existen aspectos del bien o servicio que son fundamentales en contexto de la sostenibilidad y que permitirán identificar una oferta de bienes o servicios de negocios verdes que, sin disminuir sus características de calidad, procuran no causar efectos indeseables en el entorno físico y social y generan unos impactos ambientales directos. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016).

A continuación, se presentan los 12 criterios generales de negocios verdes, definidos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible:

Figura 3. Criterios de Negocios verdes



**Fuente:** (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016)

Por otra parte, teniendo en cuenta lo referido por el Consejo Colombiano de Construcción Sostenible, se cuenta con sistema de certificación de vivienda sostenible (CASA) el cual consiste en un sistema de certificación en construcción sostenible para la vivienda adaptado al contexto colombiano, que se enfoca en las personas y su calidad de vida, generando entornos prósperos y saludables que respetan el medio ambiente.

**Figura 4.** CASA- Categorías claves de la sostenibilidad Integral



**Fuente:** (Consejo Colombiano de Construcción Sostenible, 2020)

De acuerdo con (Rivas Palma, 2016), es muy común que, en el sector de la construcción, al hablar de la sostenibilidad de un proyecto de infraestructura se la asocie de inmediato con los estudios de Impacto Ambiental (EIA) y la Evaluación Estratégica Ambiental (EAE), herramientas que son y han sido de mucha utilidad para la evaluación y manejo de las posibles repercusiones ambientales de la implementación de un proyecto en la fase de diseño y construcción. Sin embargo, en estos procedimientos no se consideran los impactos producidos en todas las fases del ciclo de vida de una infraestructura, ni tampoco se consideran los impactos en las dimensiones sociales y económicas, que junto con la dimensión ambiental constituyen los tres pilares del desarrollo sostenible. A continuación, se explican cada uno de ellos:

- **Dimensión Ambiental:** Implica la utilización de forma responsable de todos los recursos naturales necesarios para el bienestar humano, y mantenerlos a lo largo del tiempo mediante una relación armónica entre la naturaleza y la sociedad; relación que no debe afectar negativamente la satisfacción de las necesidades de las futuras generaciones.
- **Dimensión Económica:** Se refiere a la generación de riqueza de manera óptima y eficiente, teniendo en cuenta las limitaciones de los recursos que provienen de la naturaleza, y las necesidades en cuanto a bienestar de la sociedad; aprovechando al máximo el conocimiento humano que es el único infinito e inagotable.
- **Dimensión Social:** Se refiere a la consecución de niveles armónicos y suficientes de bienestar de la sociedad, permitiendo a todas las personas un acceso en igualdad de condiciones a los recursos naturales, tecnológicos y económicos. Considerando que

la escasez y la desigualdad social, son balas cotidianas a la sostenibilidad global. (Rivas Palma, 2016).

Teniendo en cuenta que las tres dimensiones básicas de la sostenibilidad son: social, ambiental y económica algunos autores como (Rodríguez & Fernández, 2010) incluyen una cuarta llamada institucional- política y hasta una quinta como cultural, se piensa que dentro de las tres dimensiones también es importante la sostenibilidad educativa para completar el carácter complejo que abarca este concepto.

#### **4.2. Dimensión social**

La justicia y la equidad social, junto con la conservación del medio ambiente, constituyen los principios fundamentales establecidos en el concepto de desarrollo sostenible expuesto por el referente Informe Brundtland. Con todo, este axioma no es exclusivo del Informe Brundtland ya que queda recogido en informes anteriores y posteriores, así como en Cumbres Internacionales. Entre estas, destacan por su especial repercusión internacional las Conferencias de Estocolmo (1972) y de Río (1992), en las que la perspectiva social del desarrollo sostenible ha estado siempre presente en mayor o menor medida. Los principales componentes del bienestar según esta última son, entre otros, la equidad y la integridad medioambiental. Los recientes Objetivos de Desarrollo Sostenible (NU, 2015) han culminado la inclusión de la perspectiva social, donde 10 de los 17 objetivos serían constitutivos del pilar social del desarrollo sostenible, otro asunto es su mayor o menor articulación integrada, en particular con el pilar medioambiental, así como las posibles contradicciones, entre las 162 metas concretas establecidas para la consecución de dichos objetivos. En concreto, el central principio de equidad actual objetivo 10 de los ODS ha sido,

y sigue siendo, un principio extensamente estudiado en la literatura, tanto en lo que respecta a su teorización como en su verificación empírica. Se basa en la idea del acceso equitativo a los recursos globales, y se ha concentrado, en lo que respecta al desarrollo sostenible, principalmente en sus consecuencias distributivas, las cuales han afectado sobre todo a aquellos grupos sociales que sufren exclusión social. Los principios de equidad y justicia social actuales objetivos 10 y 16 de los ODS, en materia medioambiental devienen relevantes tanto para las cuestiones de procedimiento (cómo se toman las decisiones), como para las cuestiones derivadas del consecuencialismo (el resultado de estas decisiones). (López, Arriaga, & Pardo, 2017).

Teniendo en cuenta un estudio sobre la Cuantificación y Cartografía De La Sostenibilidad Social a Partir de Tipologías Urbanísticas desarrollado por (Montero Serrano, Bosque Sendra, & Romero Calcerrada, 2008), la sostenibilidad considera tres aspectos fundamentales entre los que se encuentran: Los aspectos naturales aquellos que hacen referencia al buen funcionamiento de los ecosistemas y a la continuidad de los bienes y servicios que proporciona la naturaleza. Por otra parte, la Economía que es la ciencia que analiza la satisfacción de las necesidades humanas con los limitados recursos disponibles. De hecho, aunque los autores consideran que es especialmente complicado separar las dimensiones social y económica, sugieren una clasificación que distingue los aspectos más “tangibles” (flujo de recursos de materia y energía, distribución de ingresos...) en la esfera económica y los más “intangibles” (salud, seguridad, educación, capacidad institucional) en la dimensión social. (Montero Serrano, Bosque Sendra, & Romero Calcerrada, 2008).

Así definida, la dimensión social de la sostenibilidad representa el capital intangible: capital humano, capital social y capital institucional (World Bank, 2006, p.4). 'Capital humano' hace referencia a los conocimientos, habilidades y características de las personas. El 'capital social' comprende el sentimiento de comunidad, las redes de cohesión social, la confianza y la ayuda mutua y el "capital institucional" hace referencia al buen funcionamiento del sistema judicial, a la definición clara de derechos y deberes, a la eficacia del gobierno, en definitiva, a una buena gobernanza. Estos tres tipos de capital presentan interacciones y sinergias entre sí, al igual que con las dimensiones natural y económica, pero forman un dominio conceptual con entidad suficiente, una 'dimensión social' que debe ser específicamente analizada y considerada en la toma de decisiones de gestión. (Montero Serrano, Bosque Sendra, & Romero Calcerrada, 2008).

#### **4.2.1. Relación entre proyectos de construcción y aspectos sociales**

Estudios realizados han demostrado que el debate sobre 'tipologías urbanísticas sostenibles' se centra fundamentalmente en siete aspectos: continuidad y conectividad, transporte, densidad, diversidad de usos, diversidad social, aprovechamiento de la energía solar y presencia de zonas verdes. De ellos, en un estudio se analizaron cuatro: densidad, diversidad de usos, diversidad social y acceso a zonas verdes y de deporte.

Se ha estudiado la **densidad** por ser probablemente el aspecto que más atención recibe en lo que respecta a la sostenibilidad de pueblos y ciudades. Concentrar la población reduce la destrucción de hábitats y la necesidad de recursos, facilita la introducción de nuevas tecnologías y hace a las comunidades económicamente más ricas, viables y atractivas. También puede, en algunos casos, mejorar los contactos sociales y la sensación de seguridad.

El aumento de la densidad produce también efectos negativos, como el aumento de la contaminación, el tráfico o la conflictividad entre vecinos.

Por su parte, la no **segregación de usos del suelo** y el mantenimiento de diversidad de actividades reduce la necesidad de transporte, aumenta la igualdad social, libera tiempo para las relaciones sociales y potencia el desplazamiento a pie que a su vez potencia también la interacción con los demás miembros de la comunidad.

La **diversidad social** es otro elemento típicamente relacionado con la sostenibilidad, en diferentes aspectos: La segregación y concentración de grupos marginales, la necesidad humana de aceptación y cohesión social y la heterogeneidad. Sin embargo, la diversidad social se ha considerado, en conjunto, potenciadora de aspectos de capital social (tales como cohesión, confianza y seguridad) y de capital cultural (fomentando la vitalidad, riqueza cultural y creatividad artística de la comunidad).

El **acceso a zonas verdes** está también asociado a múltiples efectos positivos para la dimensión social. Además de ser espacios para el ejercicio físico y la relajación, con importantes beneficios para la salud física y mental, son lugares de encuentro e interacción social, y pueden tener incluso un importante componente trascendental y espiritual. En definitiva, los cuatro aspectos urbanísticos analizados presentan interacciones con los componentes de capital social y cultural que pueden permitir su empleo como indicadores, parciales al menos, de los niveles de ambos aspectos en la dimensión social. (López, Arriaga, & Pardo, 2017).

### 4.3. Dimensión ambiental

Generalmente los proyectos dentro del gerenciamiento de proyectos de construcción, las principales variables en la consecución de lo los objetivos son el costo, la calidad y el plazo, sin embargo, de acuerdo con la contextualización de la gestión sostenible de proyectos definida por (Rodríguez., F, Fernández G., 2010), Debe existir, de acuerdo al concepto de desarrollo sostenible, un triple objetivo estratégico del proyecto basado en el medioambiente (respeto a los recursos naturales y capacidad de los ecosistemas), sociedad (igualdad social e integración de todos los actores) y economía social. (Figura 5).

*Figura 5. Las tres dimensiones de la infraestructura sostenible*



**Fuente: (Rodríguez & Fernández, 2010)**

Dentro de la dimensión ambiental que comprende el concepto de sostenibilidad, cada vez toma más relevancia las validaciones técnicas sobre el tema, especialmente con los indicadores de cambio climático. Por tal motivo cobra especial importancia el indicador de las emisiones de CO<sub>2</sub>eq de las construcciones a lo largo del ciclo de vida del proyecto para lograr la minimización de las emisiones, así como la adaptación y la vulnerabilidad de los proyectos a los cambios actuales y futuros del clima.



De acuerdo con (Rodríguez & Fernández, 2010), estos cambios afectan directamente en el modo de enfocar un proyecto de ingeniería civil, donde los aspectos más importantes son:

#### **4.3.1. Análisis del ciclo de vida del proyecto**

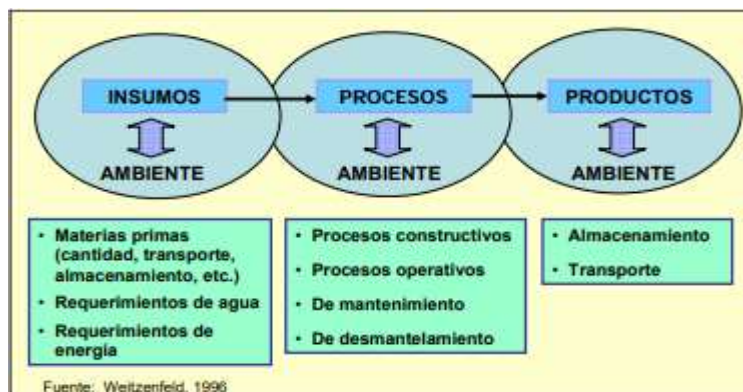
Existen opiniones que el ciclo de vida consiste en diseñar y planificar un proyecto desde la concepción de la idea hasta la deconstrucción o cambio de uso (de la cuna a la tumba) como hace la norma ISO 14040 y la norma ISO 14044. Sin embargo, según el concepto del desarrollo sostenible, parece más acertado aplicar al diseño el análisis de la cuna a la cuna, es decir, proyectar pensando en la vida útil del proyecto, devolviendo a su estado original los productos empleados (materiales, suelo, etc.).

#### **4.3.2. Aplicación de criterios de sostenibilidad**

La aplicación de los criterios de sostenibilidad (medioambiente, sociedad y economía) ya desde la fase de planificación y diseño (al igual que se hace con los objetivos de coste, plazo, calidad) y con el conocimiento de todos los actores de los nuevos objetivos existentes. De esta manera, la toma de decisiones de las diferentes alternativas se puede hacer ya no sólo con los objetivos propios de un proyecto sino con una visión más global e integradora del entorno.

Teniendo en cuanto lo referido por (Arboleda Gonzalez, 2005), pueden existir numerosos tipos de proyectos (prestación de servicios, producción de bienes, construcción de infraestructura, agrícola, pecuaria, forestal, etc.), para lo cual se han construido varias clasificaciones o tipologías. Sin embargo, en todos ellos existen tres elementos comunes, que son la principal fuente generadora de impactos ambientales, según se muestra a continuación:

*Figura 6. Elementos generadores de impactos ambientales en proyectos*



Fuente: (Arboleda Gonzalez, 2005)

### 4.2.3. Aspectos Ambientales

La Norma ISO 14.000 define el aspecto ambiental como cualquier elemento de las actividades, productos o servicios de una organización que pueden interactuar recíprocamente con el ambiente, indicando la existencia potencial de un impacto ambiental negativo o positivo. El aspecto ambiental se debe entender entonces como un resultado, consecuencia, salida o producto de un ASPI (aspecto susceptible de producir impacto) con capacidad de generar un impacto ambiental. En este sentido, a pesar de que es relativamente fácil identificar aspectos ambientales en los proyectos ya que generalmente se presentan sobre los recursos agua, aire y suelo, en el tipo de proyectos como los de construcción de infraestructura que involucran otros componentes del ambiente como la flora, la fauna, el suelo y todas las dimensiones sociales es más complicada su identificación, pero se ha estado avanzando progresivamente en este sentido. (Arboleda Gonzalez, 2005).

A continuación, se muestra un listado general de los aspectos ambientales más comunes presentados en proyectos de construcción:

**Tabla 1.** Aspectos ambientales más comunes

ASPECTO	TIPO	ASPECTO	TIPO
Vertimientos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aguas de proceso</li> <li>• Aguas de lavado</li> <li>• Aguas domésticas</li> </ul>	Consumos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agua</li> <li>• Energía</li> <li>• Materias primas</li> <li>• Combustibles</li> </ul>
Emisiones	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Material particulado</li> <li>• Gases</li> <li>• Olores ofensivos</li> <li>• Ruido</li> <li>• Calor</li> </ul>	Peligros	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explosión</li> <li>• Incendio</li> <li>• Derrame (líquidos o sólidos)</li> <li>• Fuga (gases)</li> <li>• Inundación</li> <li>• Accidente vehicular</li> </ul>
Residuos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Residuos aprovechables</li> <li>• Residuos no aprovechables</li> <li>• Residuos peligrosos o especiales</li> </ul>		

**Fuente:** (Arboleda Gonzalez, 2005)

#### 4.4. Dimensión económica

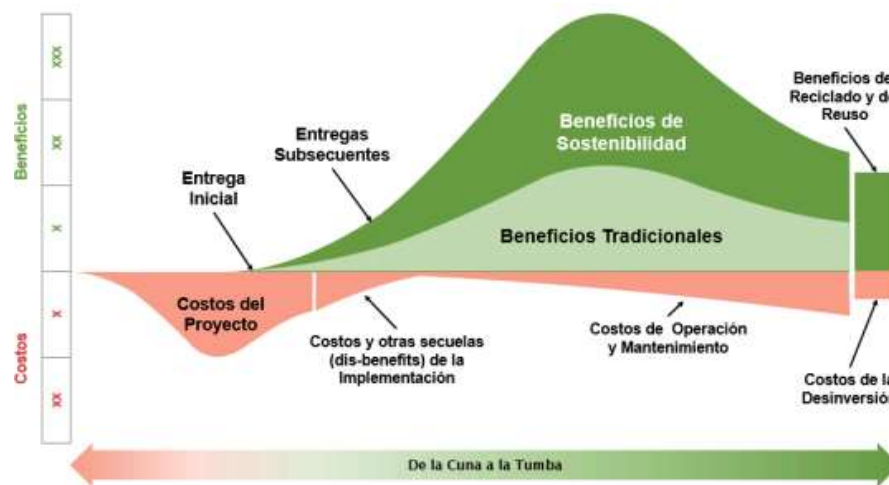
La necesidad de medir los impactos que ejercemos como especie sobre el medio ambiente, comenzó a ser evidente cuando, desde la economía y las ciencias naturales, se hizo conciencia del hecho que los recursos naturales eran limitados y ellos constituían un capital natural en cuanto prestaban una serie de servicios ambientales. Dado que los recursos naturales se estaban explotando de forma desmedida, en aras del desarrollo económico, científicos de todo el mundo plantearon la necesidad de una utilización racional orientada hacia la sostenibilidad. Fue así como los conceptos de capital natural<sup>3</sup> y sostenibilidad dieron origen a la necesidad de medir los impactos sobre el medio ambiente en diferentes escalas geográficas, particularmente en la escala de los estados nacionales. (Talero Cabrejo, 2007)

Los impactos económicos contemplados dentro de la ontología del P5, refieren el retorno sobre la inversión, la agilidad de la empresa y la estimulación económica, como los principales factores del componente económico en el marco de la sostenibilidad.

Desde el punto de vista de generación de beneficios, Uno de los supuestos fundamentales de la gestión de proyectos sostenibles es que el proyecto forma parte del ciclo de vida del producto que va de la cuna a la tumba. A continuación, se ilustra la importancia de la gestión

de los beneficios al mostrar que, para la mayoría de los proyectos, los costos del proyecto son relativamente pequeños en comparación con los beneficios esperados. La figura también sugiere que un director de proyecto sostenible debe ser consciente del impacto a largo plazo de las decisiones de sus proyectos.

**Figura 7.** *Ciclo de vida Cradle to Cradle*



**Fuente:** (Carboni, Duncan, González, Peter, & Young, 2018)

El medio ambiente era conceptualizado como recurso desde la visión antropocéntrica. Desde esta visión se asumía que los servicios ambientales prestados por estos recursos a la vida y la economía humana estaban garantizados. Por esta razón, servicios o funciones ambientales proveídos por los ecosistemas, tales como la absorción y dilución de contaminantes, la generación de los suelos, el reciclaje de nutrientes, la biodiversidad, entre otros, no se tenían en cuenta, porque se pensaba que podrían ser sustituidos por otras formas de capital (artificial, humano y social). Seguido con esto, las mediciones de capital natural más extendidas son las definidas por organismos multilaterales como el Banco Mundial y las Naciones Unidas. Este último organismo desarrolló en 1993 un sistema de cuentas

ambientales en un marco integrado al sistema de cuentas económicas o nacionales. Este sistema resulta muy útil como marco conceptual para la medición y valoración de activos y costos ambientales. Sin embargo, siendo trabajadas a nivel macro, el tratamiento de las cuentas ambientales presenta los siguientes tres problemas:

- Intentan plasmar flujos reales de recursos escasos naturales no mercadeables, es decir, no tienen precio en el mercado por ser bienes públicos o recursos comunes, junto con bienes y servicios que sí lo son e influyen directamente en la productividad del país.
- El tratamiento de las cuentas ambientales como cuentas satélites, le resta importancia a su papel informativo sobre el impacto de las actividades económicas en la sostenibilidad del desarrollo económico y el bienestar de la sociedad. En otras palabras, las cuentas ambientales son tratadas como apéndices informativos que no modifican la conciencia colectiva sobre el balance: costo de la reducción de la capacidad de autorregulación de los ecosistemas vs. beneficio del desarrollo económico, soportado en la explotación y degradación de estos.
- Por último, existe una total desconexión entre la medición y registro de las cuentas ambientales a nivel macroeconómico (los Estados y sus entes territoriales) y microeconómico (los hogares y empresas). (Talero Cabrejo, 2007)

#### **4.5. Casos de éxito de proyectos sostenibles en Colombia**

Proyecto VERT 79 es un proyecto residencial que alcanzó la certificación LEED BD+C New Construcción v4 en nivel Oro. Su principal motivación para buscar la certificación fue usar LEED como herramienta de innovación, ser competitivo comercialmente y contribuir al medio ambiente aportando estrategias de construcción sustentables. El proyecto no usa

sistemas mecánicos para ventilación y aire acondicionado, todas las unidades residenciales y zonas comunes son ventiladas naturalmente garantizando el flujo de aire renovado, lo que representa un ahorro significativo en el consumo de energía y un impacto reducido al medio ambiente al no hacer uso de ningún refrigerante. El sistema de iluminación es eficiente con lámparas y luminarias LED y sensores de ocupación en zonas comunes y sótanos. Este sistema y el sistema eléctrico cuentan con suministro de energía alternativa proveniente de paneles solares instalados en cubierta que proporcionan alrededor de 38.688 kWh/año. (CCCS, Concejo Colombiano de Construcción sostenible, 2019).

EAN legacía, proyecto de la nueva sede de la universidad EAN es un edificio de 20.000 metros cuadrados, diseñado por el arquitecto William McDonough, e inspirado en la filosofía Cradle to Cradle. Su propósito es ser un laboratorio de economía circular el cual se ejecutó bajo los pilares de la ecología, la política pública, la cultura y la Economía. En ecología, se entendió como interactúan las variables dentro de los ecosistemas en que participa la EAN. En política pública se trabajó con entidades, como el jardín botánico y la secretaria distrital de planeación, para evaluar las necesidades de la ciudad y como el proyecto podría ayudar al cumplimiento de sus objetivos. En cultura se redefinió la comunidad, entendiendo que los vecinos, proveedores, egresados y todas las personas con las que interactúan pertenecen al proyecto. Por último, en economía se buscó beneficiar a los tres pilares previos a partir de incentivos financieros, tributarios, estrategias de contratación y desarrollo de nuevas líneas de negocio para la universidad a partir del aprendizaje con EAN legacy. (CCCS, Concejo Colombiano de Construcción sostenible, 2019)

## 5. Hipótesis

- La sostenibilidad en el marco de los proyectos de construcción principalmente está enfocada en el cumplimiento de los componentes social y económico dejando en un segundo plano un componente fundamental como lo es el componente ambiental.

## 6. Metodología

El presente trabajo parte de una investigación de tipo Exploratoria – Cuantitativa, en donde desde el componente explorativo busca realizar una fase diagnóstica que permita desde el conocimiento y estudio de la problemática planteada, responder preguntas tales como ¿qué?, ¿por qué? y ¿Cómo?, se comprende el componente de sostenibilidad en el marco de los proyectos de construcción. Desde el componente cuantitativo, se pretende analizar datos sobre las variables definidas con el fin de obtener datos sólidos, calculados a partir de la

implementación de un instrumento de medición (encuesta), con el cual se busca hacer a un análisis objetivo sobre el componente sostenibilidad en proyectos de construcción. La muestra corresponderá a una una muestra no probabilística a conveniencia y el criterio de conveniencia fue lograr conseguir profesionales de diferentes carreras con conocimiento del sector y con más de 3 años de experiencia. A continuación de plantean las fases bajo la cual se desarrolla este trabajo:

**Fase 1:** Identificación de variables y elaboración del instrumento de medición (encuesta) para la realizar el diagnóstico.

**Fase 2:** Determinación de la muestra e implementación de la encuesta.

**Fase 3:** Tabulación de datos y análisis de información.

**Fase 4:** Diseño de propuesta de medición del componente de sostenibilidad en proyectos de construcción.

## 7. Trabajo de campo

Definido el marco teórico y la metodología de investigación del presente trabajo, se identificaron 3 variables macro las cuales se incluyeron dentro del diseño de la herramienta para el diagnóstico, así como en la propuesta de medición del componente de sostenibilidad en proyectos de construcción.

Para la determinación de las variables, se tomó como línea base lo referido por (Acevedo Agudelo , Vásquez Hernández, & Ramírez Cardona, 2012; Arboleda Gonzalez, 2005; López, Arriaga, & Pardo, 2017; Rivas Palma, 2016; Talero Cabrejo, 2007) y su conceptualización relatada en el marco de referencia.



- Variable dimensión ambiental del proyecto
- Variable dimensión social del proyecto
- Variable económica y financiera del proyecto.

## **7.1. Conceptualización de Variables**

Con el fin de analizar cada variable macro de una manera integral, se plantea la siguiente conceptualización con la cual se busca llegar a un análisis completo del componente de sostenibilidad en proyectos de construcción:

### **7.1.1. Dimensión ambiental del proyecto**

- Componente agua
- Componente aire
- Componente suelo
- Componente Fauna y Flora
- Componente materias primas
- Componente Energía

### **7.1.2. Dimensión social del proyecto**

- Prácticas laborales.
- Clientes y proveedores.
- Derechos humanos.
- Sociedad

### **7.1.3. Dimensión económica del proyecto**

- Estimulación Económica
- Cuentas ambientales

- Indicadores financieros (TIR, VPN, ROI)

## 7.2. Herramienta de Medición -Encuesta

Se planteó una encuesta con 28 preguntas listadas sin que el encuestado supiera a que variable correspondía cada pregunta y en las cuales los profesionales encuestados de acuerdo con su experiencia en proyectos de construcción calificaron cada pregunta en una escala de 0 a 10 en donde 0 es “nada probable” y 10 es “muy probable”.

Para la consolidación de datos y los respectivos análisis, con base en la metodología del indicador **Net Promoter Score**, más conocido por sus siglas en inglés **NPS**, se hizo una adaptación para medir en cuál de las siguientes categorías (Detractores, Neutrales, Promotores), se encontraban los encuestados y de esta manera realizar las estimaciones respectivas de cada una de las variables definidas de acuerdo con lo expresado en la tabla 2.

**Tabla 2.** Descripción categorías -Encuesta

CATEGORIA	RANGO	DESCRIPCIÓN
Detractor	$0 \leq X \leq 6$	Un detractor es aquel que considera de acuerdo con su experiencia, que es poco probable que suceda lo expresado en la pregunta dentro de los proyectos de construcción.
Neutral	$7 \leq X \leq 8$	Un Neutral es aquel que considera de acuerdo con su experiencia, que es posible que suceda como también es posible que no suceda lo expresado en la pregunta dentro de los proyectos de construcción.
Promotor	$9 \leq X \leq 10$	Un Promotor es aquel que considera de acuerdo con su experiencia, que es Muy probable suceda lo expresado en la pregunta dentro de los proyectos de construcción.

**Fuente:** El Autor

Teniendo las preguntas planteadas para la encuesta, las tres variables definidas se miden de acuerdo con la siguiente información bajo la cual se realiza toda la evaluación posterior mediante los respectivos análisis estadísticos.

*Variable ambiental:* Preguntas 1 al 13.

*Variable social:* Preguntas 14 al 24.

*Variable económica y financiera:* Preguntas 25 al 28

### **7.3. Procesamiento estadístico de datos**

El proceso de los datos estadísticos se realizó a partir de la información recopilada con el instrumento de investigación diseñado para evaluar cada una de las variables planteadas.

#### **7.3.1. Determinación de la muestra**

Para la aplicación del instrumento de investigación (Encuesta), se seleccionaron 40 perfiles entre las siguientes carreras profesionales y con experiencia en el sector de la construcción: Ing. Civil, Ing. Ambiental y Sanitaria, Ing. Industrial, Administración de empresas, Ing. De Sistemas, Arquitectura y Contaduría Pública, todos con más de tres años de experiencia en proyectos de construcción. Esta muestra corresponde a una muestra probabilística a conveniencia en donde los criterios de conveniencia fueron escoger perfiles profesionales con experiencia en el sector de la construcción y conocimiento del sector.

De los 40 perfiles encuestados 38 contestaron la encuesta con lo cual se puede calcular que, para el universo seleccionado de perfiles a encuestar, con las 38 respuestas adquiridas se tiene una confianza del **96%** y un margen de error del **4%** de acuerdo con la siguiente estimación:

$$n = \frac{N \times Z^2 \times p \times q}{(N - 1) \times E^2 + (Z^2 \times p \times q)}$$

Donde:

n= # de muestra

N= Población total definida

p= 0,5

q= 0,5

Error (E)= 4%

<b>Nivel de Confianza</b>	96%
<b>Z</b>	2,05

$$n = \frac{40 \times (2,05)^2 \times 0,5 \times 0,5}{(40 - 1) \times (0,04)^2 + ((2,05)^2 \times 0,5 \times 0,5)} = 38$$

### 7.3.2. Validación del instrumento

Para la validación del instrumento (Encuesta), se aplicó el coeficiente Alfa de Crombach obteniendo un resultado cercano a 1 (0,925) con lo cual se garantiza la fiabilidad de los datos en la escala de medida. En las tablas 3, 4 y 5 se identifican los resultados obtenidos del procedimiento estadístico.

**Tabla 3.** Resumen procesamiento de datos

<b>Procesamiento de Encuestas</b>			
		<b>N</b>	<b>%</b>
<b>Casos</b>	Válido	38	95
	Excluido	2	5

	Total	40	100
--	-------	----	-----

Fuente: El Autor

**Tabla 4. Estadísticas de Fiabilidad**

Fiabilidad de la encuesta	
Alfa de Cronbach	N de preguntas
0,928	28

Fuente: El Autor

**Tabla 5. Resumen procesamiento de datos**

Estadísticas de total de elemento				
	Media de escala si el elemento se ha suprimido	Varianza de escala si el elemento se ha suprimido	Correlación total de elementos corregida	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
P1- AMB- ¿En los proyectos de infraestructura ejecutados en su compañía, hacen frecuentemente caracterizaciones fisicoquímicas a las aguas residuales generadas en los proyectos?	178	1794	0,496	0,928
P2- AMB ¿En los proyectos de infraestructura ejecutados en su compañía, se interesan por conocer las condiciones fisicoquímicas de los efluentes hídricos cercanos a la ejecución de su proyecto de infraestructura, así este no se intervenga de manera directa?	179	1886	0,297	0,930
P3- AMB- ¿En los proyectos de infraestructura ejecutados en su compañía, generalmente tienen en cuenta los caudales de agua residual que genera durante la ejecución de un proyecto?	177	1841	0,491	0,927

P4- AMB- ¿En los proyectos de infraestructura ejecutados en su compañía, siempre realizan estudios de calidad de aire previo a la ejecución de un proyecto?	180	1786	0,670	0,924
P5- AMB- ¿En los proyectos de infraestructura ejecutados en su compañía, conocen siempre las concentraciones de contaminantes que pueden llegar a emitir los vehículos o equipos que utiliza en la ejecución del proyecto de infraestructura?	179	1816	0,547	0,926
P6- AMB- ¿En los proyectos de infraestructura ejecutados en su compañía, generalmente calculan la huella de carbono que generan en los proyectos? (Agrupada)	180	1841	0,494	0,927
P7- AMB- ¿En los proyectos de infraestructura ejecutados en su compañía, en los estudios de suelo realizados previamente, siempre existe un análisis de impactos ambientales asociados a este recurso?	177	1782	0,712	0,923
P8- AMB- ¿En los proyectos de infraestructura ejecutados en su compañía, siempre tienen plenamente identificado la característica de peligrosidad de los residuos que generan?	177	1785	0,740	0,923
P9- AMB- ¿En los proyectos de infraestructura ejecutados en su compañía, valorizan los residuos que generan en los proyectos y evalúan formas de aprovechamiento?	178	1785	0,678	0,924

P10- AMB- ¿En los proyectos de infraestructura ejecutados en su compañía, Cree usted que siempre ejecutan un análisis de flora y fauna previo a la ejecución de los proyectos?	178	1734	0,734	0,923
P11- AMB- ¿En los proyectos de infraestructura ejecutados en su compañía, siempre incorporaran materiales recuperados para la ejecución de los proyectos?	179	1807	0,681	0,924
P12- AMB- ¿En los proyectos de infraestructura ejecutados en su compañía, es muy importante comprar materias primas con algún tipo de sello ambiental, y esto es una prioridad en las compras de materiales?	178	1805	0,627	0,925
P13- AMB- ¿En los proyectos de infraestructura ejecutados en su compañía, implementan sistemas de aprovechamiento energético y el fomento alternativas con energías renovables?	179	1785	0,692	0,924
P14- SOC- ¿En los proyectos de infraestructura ejecutados en su compañía, siempre tienen bajo un contrato formal a todos los trabajadores con todos los pagos de seguridad social al día?	174	1894	0,587	0,926
P15-SOC- ¿En los proyectos de infraestructura ejecutados en su compañía, Su organización se esfuerza por garantizar que no exista ningún tipo de discriminación social?	174	1898	0,640	0,926

P16- SOC- ¿En los proyectos de infraestructura ejecutados en su compañía, se busca siempre compras que permitan escoger a los mejores proveedores en calidad, oportunidad y precio?	175	1891	0,587	0,926
P17- SOC- ¿En los proyectos de infraestructura ejecutados en su compañía, siempre es importante lograr los objetivos del proyecto y garantizar que los clientes están completamente satisfechos?	174	1917	0,507	0,927
P18- SOC- ¿En los proyectos de infraestructura ejecutados en su compañía, es indispensable y se busca siempre el respeto por los derechos humanos?	174	1933	0,495	0,927
P19- SOC- ¿En los proyectos de infraestructura ejecutados en su compañía, es importante mantener un clima laboral ameno con todos los trabajadores dentro del desarrollo de los proyectos?	174	1934	0,312	0,928
P20- SOC- ¿En los proyectos de infraestructura ejecutados en su compañía, es importante tener recursos y planes definidos para garantizar procesos de capacitación, desarrollo, crecimiento y promoción del personal?	175	1863	0,707	0,925
P21- SOC- ¿En los proyectos de infraestructura ejecutados en su compañía, se garantiza siempre la entrega de los elementos de protección personal para los colaboradores y miembros de los equipos?	175	1888	0,481	0,927



P22- SOC- ¿En los proyectos de infraestructura ejecutados en su compañía, se definen políticas y recursos que combatan cualquier tipo de corrupción dentro de la ejecución de los proyectos?	175	1859	0,699	0,925
P23- SOC- ¿En los proyectos de infraestructura ejecutados en su compañía, siempre se tiene en cuenta las áreas de zonas verdes y la cercanía con las mismas?	175	1847	0,720	0,924
P24- SOC- ¿En los proyectos de infraestructura ejecutados en su compañía, se tiene en cuenta la inclusión de zonas deportivas proyectos que privilegien estas actividades?	177	1896	0,376	0,928
P25- FIN- ¿En los proyectos de infraestructura ejecutados en su compañía, es importante tener siempre claro indicadores financieros del proyecto tales como TIR, ROI Y VPN previo a la ejecución de los proyectos?	175	1884	0,461	0,927
P26- FIN- ¿En los proyectos de infraestructura ejecutados en su compañía, tienen un análisis de valoración económica completo en donde se identifica claramente los beneficios económicos que se percibirán por la ejecución del proyecto?	175	1861	0,630	0,925
P27- FIN- ¿En los proyectos de infraestructura ejecutados en su compañía, las cuentas ambientales generalmente impactan negativamente los flujos de caja de los proyectos?	178	1918	0,211	0,931

P28- FIN- ¿En los proyectos de infraestructura ejecutados en su compañía, siempre se cuenta con un seguimiento constante sobre los costos y gastos generados en el proyecto con el fin de controlar y cuidar los márgenes de la utilidad?	175	1886	0,590	0,926
---	-----	------	-------	-------

**Fuente:** El Autor

En la tabla 6 están expresados los resultados de las pruebas de normalidad y de acuerdo con (Suárez & Fausto, 2012), si el nivel de significación (sig) es menor a 0,05 la población no es normal, es asimétrica.

**Tabla 6. Pruebas de Normalidad**

Pruebas de Normalidad			
PREGUNTAS	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
P1- AMB- ¿En los proyectos de infraestructura ejecutados en su compañía, hacen frecuentemente caracterizaciones fisicoquímicas a las aguas residuales generadas en los proyectos?	,826	38	,000
P2- AMB ¿En los proyectos de infraestructura ejecutados en su compañía, se interesan por conocer las condiciones fisicoquímicas de los efluentes hídricos cercanos a la ejecución de su proyecto de infraestructura, así este no se intervenga de manera directo?	,907	38	,004
P3- AMB- ¿En los proyectos de infraestructura ejecutados en su compañía, generalmente tienen en cuenta los caudales de agua residual que genera durante la ejecución de un proyecto?	,912	38	,005
P4- AMB- ¿En los proyectos de infraestructura ejecutados en su compañía, siempre realizan estudios de calidad de aire previo a la ejecución de un proyecto?	,815	38	,000

P5- AMB- ¿En los proyectos de infraestructura ejecutados en su compañía, conocen siempre las concentraciones de contaminantes que pueden llegar a emitir los vehículos o equipos que utiliza en la ejecución del proyecto de infraestructura?	,895	38	,002
P6- AMB- ¿En los proyectos de infraestructura ejecutados en su compañía, generalmente calculan la huella de carbono que generan en los proyectos?	,834	38	,000
P7- AMB- ¿En los proyectos de infraestructura ejecutados en su compañía, en los estudios de suelo realizados previamente, siempre existe un análisis de impactos ambientales asociados a este recurso?	,911	38	,005
P8- AMB- ¿En los proyectos de infraestructura ejecutados en su compañía, siempre tienen plenamente identificado la característica de peligrosidad de los residuos que generan?	,884	38	,001
P9- AMB- ¿En los proyectos de infraestructura ejecutados en su compañía, valorizan los residuos que generan en los proyectos y evalúan formas de aprovechamiento?	,913	38	,006
P10- AMB- ¿En los proyectos de infraestructura ejecutados en su compañía, Cree usted que siempre ejecutan un análisis de flora y fauna previo a la ejecución de los proyectos?	,860	38	,000
P11- AMB- ¿En los proyectos de infraestructura ejecutados en su compañía, siempre incorporaran materiales recuperados para la ejecución de los proyectos?	,956	38	,140
P12- AMB- ¿En los proyectos de infraestructura ejecutados en su compañía, es muy importante comprar materias primas con algún tipo de sello ambiental, y esto es una prioridad en las compras de materiales?	,930	38	,020
P13- AMB- ¿En los proyectos de infraestructura ejecutados en su compañía, implementan sistemas de aprovechamiento energético y el fomento alternativas con energías renovables	,935	38	,028
P14- SOC- ¿En los proyectos de infraestructura ejecutados en su compañía, siempre tienen bajo un contrato formal a todos los trabajadores con todos los pagos de seguridad social al día?	,556	38	,000
P15- SOC- ¿En los proyectos de infraestructura ejecutados en su compañía, Su organización se esfuerza por garantizar que no exista ningún tipo de discriminación social?	,733	38	,000
P16- SOC- ¿En los proyectos de infraestructura ejecutados en su compañía, se busca siempre compras que permitan escoger a los mejores proveedores en calidad, oportunidad y precio?	,783	38	,000

P17- SOC- ¿En los proyectos de infraestructura ejecutados en su compañía, siempre es importante lograr los objetivos del proyecto y garantizar que los clientes están completamente satisfechos?	,714	38	,000
P18- SOC- ¿En los proyectos de infraestructura ejecutados en su compañía, es indispensable y se busca siempre el respeto por los derechos humanos?	,715	38	,000
P19- SOC- ¿En los proyectos de infraestructura ejecutados en su compañía, es importante mantener un clima laboral ameno con todos los trabajadores dentro del desarrollo de los proyectos?	,750	38	,000
P20- SOC- ¿En los proyectos de infraestructura ejecutados en su compañía, es importante tener recursos y planes definidos para garantizar procesos de capacitación, desarrollo, crecimiento y promoción del personal?	,907	38	,004
P21- SOC- ¿En los proyectos de infraestructura ejecutados en su compañía, se garantiza siempre la entrega de los elementos de protección personal para los colaboradores y miembros de los equipos?	,700	38	,000
P22- SOC- ¿En los proyectos de infraestructura ejecutados en su compañía, se definen políticas y recursos que combatan cualquier tipo de corrupción dentro de la ejecución de los proyectos?	,850	38	,000
P23- SOC- ¿En los proyectos de infraestructura ejecutados en su compañía, siempre se tiene en cuenta las áreas de zonas verdes y la cercanía con las mismas?	,888	38	,001
P24- SOC- ¿En los proyectos de infraestructura ejecutados en su compañía, se tiene en cuenta la inclusión de zonas deportivas proyectos que privilegien estas actividades?	,948	38	,077
P25- FIN- ¿En los proyectos de infraestructura ejecutados en su compañía, es importante tener siempre claro indicadores financieros del proyecto tales como TIR, ROI Y VPN previo a la ejecución de los proyectos?	,813	38	,000
P26- FIN- ¿En los proyectos de infraestructura ejecutados en su compañía, tienen un análisis de valoración económica completo en donde se identifica claramente los beneficios económicos que se percibirán por la ejecución del proyecto?	,831	38	,000
P27- FIN- ¿En los proyectos de infraestructura ejecutados en su compañía, las cuentas ambientales generalmente impactan negativamente los flujos de caja de los proyectos?	,930	38	,020

P28- FIN- ¿En los proyectos de infraestructura ejecutados en su compañía, siempre se cuenta con un seguimiento constante sobre los costos y gastos generados en el proyecto con el fin de controlar y cuidar los márgenes de la utilidad?	,824	38	,000
---	------	----	------

**Fuente:** El Autor

### 7.3.3. Correlación entre variables

De acuerdo con (Suárez & Fausto, 2012) si la distribución no es normal o si las variables son ordinales se utiliza la correlación de Spearman la cual se describe en la tabla 7 indicando el nivel de asociación que existe entre los datos. Se consideran altos los coeficientes de correlación superiores a 0.6; Moderados, los coeficientes entre 0.3 y 0.59 y Bajos, los coeficientes menores a 0.29 teniendo en cuenta lo referido por (Lewis-Bech, Bryman, & Liao, 2003), con lo cual se puede tener un índice que puede utilizarse para medir el grado de relación de las variables.

*Tabla 7. Correlación entre las variables*

		Correlaciones																											
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P27	P28
P1-AMB	Coefficient e de correlación	1	,563*	,660*	,655*	0,228	,387*	,426*	,346*	0,28	,520*	,323*	0,293	0,289	0,012	-0,033	0,161	0,152	0,071	0,047	,398*	0,159	,365*	0,277	0,164	0,21	0,201	-0,023	0,124
	Sig. (bilateral)		0	0	0	0,169	0,016	0,008	0,033	0,089	0,001	0,048	0,074	0,079	0,945	0,844	0,333	0,364	0,67	0,778	0,013	0,34	0,024	0,092	0,325	0,206	0,226	0,893	0,457
	N	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38
P2-AMB	Coefficient e de correlación	,563*	1	,367*	,401*	0,215	,329*	,442*	0,2	0,192	,399*	,352*	,520*	,350*	-0,085	-0,109	-0,117	0,02	0,006	-0,24	0,115	-0,024	0,165	0,068	0,029	0,144	0,087	-0,142	-0,001
	Sig. (bilateral)	0		0,023	0,013	0,196	0,043	0,005	0,229	0,248	0,013	0,03	0,001	0,031	0,612	0,516	0,485	0,904	0,97	0,146	0,492	0,885	0,322	0,683	0,863	0,388	0,603	0,395	0,998
	N	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38
P3-AMB	Coefficient e de correlación	,660*	,367*	1	,466*	0,191	0,258	,370*	,482*	,392*	,438*	,406*	,374*	,445*	0,255	0,241	0,202	0,191	0,23	0,02	,323*	0,266	0,316	0,248	,329*	0,087	0,216	0,015	0,084
	Sig. (bilateral)	0	0,023		0,003	0,252	0,118	0,022	0,002	0,015	0,006	0,011	0,021	0,005	0,122	0,145	0,225	0,252	0,165	0,906	0,048	0,107	0,053	0,133	0,044	0,602	0,193	0,931	0,618
	N	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38
P4-AMB	Coefficient e de correlación	,655*	,401*	,466*	1	,592*	,522*	,503*	,574*	,418*	,715*	,502*	,534*	,563*	0,215	0,183	0,149	0,133	0,034	-0,077	,418*	0,126	,326*	,357*	0,254	,488*	,358*	-0,105	0,207
	Sig. (bilateral)	0	0,013	0,003		0	0,001	0,001	0	0,009	0	0,001	0,001	0	0,195	0,273	0,372	0,426	0,838	0,646	0,009	0,453	0,046	0,028	0,124	0,002	0,027	0,529	0,213
	N	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38
P5-AMB	Coefficient e de correlación	0,228	0,215	0,191	,592*	1	,708*	,467*	,547*	,358*	,628*	0,23	0,274	,559*	0,2	,330*	0,116	0,069	0,147	0,134	,493*	0,175	,364*	,451*	0,158	0,261	,330*	-0,005	0,314

	Sig. (bilateral)	0,169	0,196	0,252	0		0	0,003	0	0,027	0	0,165	0,096	0	0,228	0,043	0,489	0,681	0,38	0,424	0,002	0,292	0,025	0,005	0,344	0,113	0,043	0,975	0,054
	N	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38
P6-AMB	Coefficient e de correlación	,387*	,329*	0,258	,522*	,708*	1	,474*	,462*	0,259	,512*	0,206	0,257	,399*	0,061	0,154	0,051	0,067	0,074	0,101	,382*	0,234	,397*	0,292	0,242	0,223	0,297	-0,024	0,311
	Sig. (bilateral)	0,016	0,043	0,118	0,001	0		0,003	0,004	0,116	0,001	0,215	0,119	0,013	0,718	0,354	0,76	0,688	0,66	0,545	0,018	0,157	0,014	0,076	0,143	0,179	0,07	0,886	0,058
	N	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38
P7-AMB	Coefficient e de correlación	,426*	,442*	,370*	,503*	,467*	,474*	1	,650*	,557*	,733*	,539*	,493*	,528*	,416*	,396*	0,272	0,287	0,238	0,098	,511*	,463*	,518*	,583*	,397*	,363*	,531*	0,247	,419*
	Sig. (bilateral)	0,008	0,005	0,022	0,001	0,003	0,003		0	0	0	0	0,002	0,001	0,009	0,014	0,098	0,08	0,15	0,557	0,001	0,003	0,001	0	0,014	0,025	0,001	0,135	0,009
	N	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38
P8-AMB	Coefficient e de correlación	,346*	0,2	,482*	,574*	,547*	,462*	1	,650*	,707*	,761*	,639*	,557*	,547*	,532*	,531*	,445*	,428*	0,276	0,23	,460*	,566*	,352*	,431*	0,207	0,278	,326*	0,082	0,201
	Sig. (bilateral)	0,033	0,229	0,002	0	0	0,004	0		0	0	0	0	0	0,001	0,001	0,005	0,007	0,093	0,166	0,004	0	0,03	0,007	0,212	0,091	0,046	0,623	0,226
	N	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38
P9-AMB	Coefficient e de correlación	0,28	0,192	,392*	,418*	,358*	0,259	,557*	,707*	1	,608*	,766*	,474*	,480*	,347*	,399*	0,313	,337*	0,223	0,27	,565*	,439*	,403*	,420*	0,232	0,226	,334*	,410*	0,144
	Sig. (bilateral)	0,089	0,248	0,015	0,009	0,027	0,116	0	0		0	0	0,003	0,002	0,033	0,013	0,055	0,038	0,178	0,101	0	0,006	0,012	0,009	0,161	0,173	0,041	0,011	0,387
	N	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38
P10-AMB	Coefficient e de correlación	,520*	,399*	,438*	,715*	,628*	,512*	,733*	,761*	,608*	1	,569*	,414*	,608*	,349*	,324*	0,123	0,205	0,108	0,001	,480*	0,315	,342*	,472*	0,143	,388*	,401*	0,029	0,306
	Sig. (bilateral)	0,001	0,013	0,006	0	0	0,001	0	0	0		0	0,01	0	0,032	0,047	0,463	0,216	0,518	0,993	0,002	0,054	0,036	0,003	0,392	0,016	0,013	0,861	0,062
	N	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38
P11-AMB	Coefficient e de correlación	,323*	,352*	,406*	,502*	0,23	0,206	,539*	,639*	,766*	,569*	1	,764*	,588*	,479*	0,32	0,222	,394*	0,269	0,082	,391*	,343*	,322*	,338*	0,132	,337*	0,301	0,216	0,157
	Sig. (bilateral)	0,048	0,03	0,011	0,001	0,165	0,215	0	0	0	0		0	0	0,002	0,05	0,18	0,014	0,102	0,625	0,015	0,035	0,048	0,038	0,43	0,038	0,066	0,193	0,346
	N	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38
P12-AMB	Coefficient e de correlación	0,293	,520*	,374*	,534*	0,274	0,257	,493*	,557*	,474*	,414*	,764*	1	,570*	,424*	,368*	0,2	,379*	0,319	-0,041	0,206	0,197	,322*	0,227	0,223	,420*	0,222	0,047	0,151
	Sig. (bilateral)	0,074	0,001	0,021	0,001	0,096	0,119	0,002	0	0,003	0,01	0		0	0,008	0,023	0,228	0,019	0,051	0,807	0,215	0,235	0,048	0,171	0,178	0,009	0,179	0,778	0,364
	N	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38
P13-AMB	Coefficient e de correlación	0,289	,350*	,445*	,563*	,559*	,399*	,528*	,547*	,480*	,608*	,588*	,570*	1	,400*	,447*	0,218	0,306	0,311	0,091	,503*	0,299	,463*	,455*	0,266	,326*	,405*	0,048	,343*

	Sig. (bilateral)	0,079	0,031	0,005	0	0	0,013	0,001	0	0,002	0	0	0		0,013	0,005	0,189	0,062	0,057	0,587	0,001	0,068	0,003	0,004	0,106	0,046	0,012	0,777	0,035
	N	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38
P14-SOC-	Coefficient e de correlación	0,012	-0,085	0,255	0,215	0,2	0,061	,416*	,532*	,347*	,349*	,479*	,424*	,400*	1	,794*	,499*	,499*	,538*	0,319	,371*	,578*	,363*	,441*	0,109	,376*	,445*	0,147	,382*
	Sig. (bilateral)	0,945	0,612	0,122	0,195	0,228	0,718	0,009	0,001	0,033	0,032	0,002	0,008	0,013		0	0,001	0,001	0,001	0,051	0,022	0	0,025	0,006	0,516	0,02	0,005	0,378	0,018
	N	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38
P15-SOC-	Coefficient e de correlación	-0,033	-0,109	0,241	0,183	,330*	0,154	,396*	,531*	,399*	,324*	0,32	,368*	,447*	,794*	1	,622*	,562*	,671*	,459*	,436*	,602*	,468*	,598*	,321*	,393*	,571*	0,262	,501*
	Sig. (bilateral)	0,844	0,516	0,145	0,273	0,043	0,354	0,014	0,001	0,013	0,047	0,05	0,023	0,005	0		0	0	0	0,004	0,006	0	0,003	0	0,049	0,015	0	0,112	0,001
	N	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38
P16-SOC-	Coefficient e de correlación	0,161	-0,117	0,202	0,149	0,116	0,051	0,272	,445*	0,313	0,123	0,222	0,2	0,218	,499*	,622*	1	,678*	,560*	,627*	,478*	,621*	,356*	,568*	,379*	0,231	,459*	0,194	,398*
	Sig. (bilateral)	0,333	0,485	0,225	0,372	0,489	0,76	0,098	0,005	0,055	0,463	0,18	0,228	0,189	0,001	0		0	0	0	0,002	0	0,028	0	0,019	0,163	0,004	0,244	0,013
	N	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38
P17-SOC-	Coefficient e de correlación	0,152	0,02	0,191	0,133	0,069	0,067	0,287	,428*	,337*	0,205	,394*	,379*	0,306	,499*	,562*	,678*	1	,710*	,719*	,446*	,567*	,454*	,495*	0,118	0,217	,361*	0,174	,489*
	Sig. (bilateral)	0,364	0,904	0,252	0,426	0,681	0,688	0,08	0,007	0,038	0,216	0,014	0,019	0,062	0,001	0	0		0	0	0,005	0	0,004	0,002	0,479	0,191	0,026	0,297	0,002
	N	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38
P18-SOC-	Coefficient e de correlación	0,071	0,006	0,23	0,034	0,147	0,074	0,238	0,276	0,223	0,108	0,269	0,319	0,311	,538*	,671*	,560*	,710*	1	,523*	,352*	,504*	,582*	,517*	0,191	0,176	,440*	0,289	,527*
	Sig. (bilateral)	0,67	0,97	0,165	0,838	0,38	0,66	0,15	0,093	0,178	0,518	0,102	0,051	0,057	0,001	0	0	0		0,001	0,03	0,001	0	0,001	0,251	0,29	0,006	0,078	0,001
	N	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38
P19-SOC-	Coefficient e de correlación	0,047	-0,24	0,02	-0,077	0,134	0,101	0,098	0,23	0,27	0,001	0,082	-0,041	0,091	0,319	,459*	,627*	,719*	,523*	1	,644*	,609*	,576*	,561*	0,179	0,052	0,31	0,297	,465*
	Sig. (bilateral)	0,778	0,146	0,906	0,646	0,424	0,545	0,557	0,166	0,101	0,993	0,625	0,807	0,587	0,051	0,004	0	0	0,001		0	0	0	0	0,282	0,756	0,058	0,07	0,003
	N	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38
P20-SOC-	Coefficient e de correlación	,398*	0,115	,323*	,418*	,493*	,382*	,511*	,460*	,565*	,480*	,391*	0,206	,503*	,371*	,436*	,478*	,446*	,352*	,644*	1	,575*	,728*	,740*	,411*	0,274	,507*	0,287	,466*
	Sig. (bilateral)	0,013	0,492	0,048	0,009	0,002	0,018	0,001	0,004	0	0,002	0,015	0,215	0,001	0,022	0,006	0,002	0,005	0,03	0		0	0	0	0,01	0,095	0,001	0,081	0,003
	N	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38
P21-SOC-	Coefficient e de correlación	0,159	-0,024	0,266	0,126	0,175	0,234	,463*	,566*	,439*	0,315	,343*	0,197	0,299	,578*	,602*	,621*	,567*	,504*	,609*	,575*	1	,581*	,662*	0,242	0,197	,582*	0,199	,456*





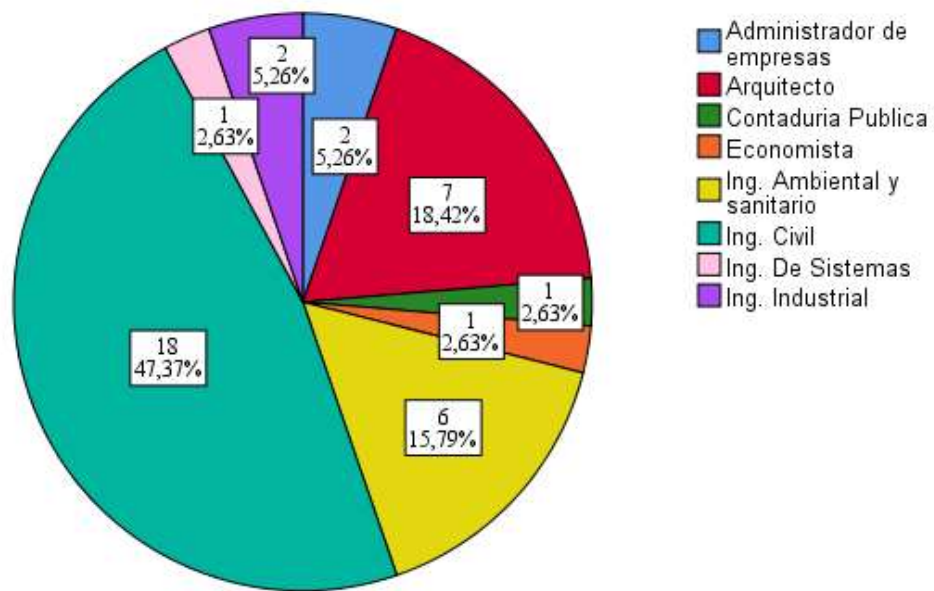
	Sig. (bilateral)	0,34	0,885	0,107	0,453	0,292	0,157	0,003	0	0,006	0,054	0,035	0,235	0,068	0	0	0	0	0,001	0	0	0	0	0,144	0,236	0	0,232	0,004	
	N	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38
P22-SOC-	Coefficient e de correlación	,365*	0,165	0,316	,326*	,364*	,397*	,518*	,352*	,403*	,342*	,322*	,322*	,463*	,363*	,468*	,356*	,454*	,582*	,576*	,728*	,581*	1	,605*	,406*	,328*	,510*	,407*	,601*
	Sig. (bilateral)	0,024	0,322	0,053	0,046	0,025	0,014	0,001	0,03	0,012	0,036	0,048	0,048	0,003	0,025	0,003	0,028	0,004	0	0	0	0	0	0	0,011	0,044	0,001	0,011	0
	N	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38
P23-SOC-	Coefficient e de correlación	0,277	0,068	0,248	,357*	,451*	0,292	,583*	,431*	,420*	,472*	,338*	0,227	,455*	,441*	,598*	,568*	,495*	,517*	,561*	,740*	,662*	,605*	1	,503*	,415*	,791*	0,196	,653*
	Sig. (bilateral)	0,092	0,683	0,133	0,028	0,005	0,076	0	0,007	0,009	0,003	0,038	0,171	0,004	0,006	0	0	0,002	0,001	0	0	0	0	0	0,001	0,01	0	0,238	0
	N	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38
P24-SOC-	Coefficient e de correlación	0,164	0,029	,329*	0,254	0,158	0,242	,397*	0,207	0,232	0,143	0,132	0,223	0,266	0,109	,321*	,379*	0,118	0,191	0,179	,411*	0,242	,406*	,503*	1	0,252	,490*	0,179	,340*
	Sig. (bilateral)	0,325	0,863	0,044	0,124	0,344	0,143	0,014	0,212	0,161	0,392	0,43	0,178	0,106	0,516	0,049	0,019	0,479	0,251	0,282	0,01	0,144	0,011	0,001	0	0,127	0,002	0,283	0,037
	N	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38
P25-FIN-	Coefficient e de correlación	0,21	0,144	0,087	,488*	0,261	0,223	,363*	0,278	0,226	,388*	,337*	,420*	,326*	,376*	,393*	0,231	0,217	0,176	0,052	0,274	0,197	,328*	,415*	0,252	1	,721*	0,143	,522*
	Sig. (bilateral)	0,206	0,388	0,602	0,002	0,113	0,179	0,025	0,091	0,173	0,016	0,038	0,009	0,046	0,02	0,015	0,163	0,191	0,29	0,756	0,095	0,236	0,044	0,01	0,127	0	0,392	0,001	
	N	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38
P26-FIN-	Coefficient e de correlación	0,201	0,087	0,216	,358*	,330*	0,297	,531*	,326*	,334*	,401*	0,301	0,222	,405*	,445*	,571*	,459*	,361*	,440*	0,31	,507*	,582*	,510*	,791*	,490*	,721*	1	0,32	,748*
	Sig. (bilateral)	0,226	0,603	0,193	0,027	0,043	0,07	0,001	0,046	0,041	0,013	0,066	0,179	0,012	0,005	0	0,004	0,026	0,006	0,058	0,001	0	0,001	0	0,002	0	0,051	0	
	N	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38
P27-FIN-	Coefficient e de correlación	-0,023	-0,142	0,015	-0,105	-0,005	-0,024	0,247	0,082	,410*	0,029	0,216	0,047	0,048	0,147	0,262	0,194	0,174	0,289	0,297	0,287	0,199	,407*	0,196	0,179	0,143	0,32	1	0,29
	Sig. (bilateral)	0,893	0,395	0,931	0,529	0,975	0,886	0,135	0,623	0,011	0,861	0,193	0,778	0,777	0,378	0,112	0,244	0,297	0,078	0,07	0,081	0,232	0,011	0,238	0,283	0,392	0,051	0	0,077
	N	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38
P28-FIN-	Coefficient e de correlación	0,124	-0,001	0,084	0,207	0,314	0,311	,419*	0,201	0,144	0,306	0,157	0,151	,343*	,382*	,501*	,398*	,489*	,527*	,465*	,466*	,456*	,601*	,653*	,340*	,522*	,748*	0,29	1
	Sig. (bilateral)	0,457	0,998	0,618	0,213	0,054	0,058	0,009	0,226	0,387	0,062	0,346	0,364	0,035	0,018	0,001	0,013	0,002	0,001	0,003	0,003	0,004	0	0	0,037	0,001	0	0,077	0
	N	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38

Fuente: El Autor

### 7.3.4. Consolidados profesionales encuestados

A continuación, se presenta el consolidado de profesionales encuestados en donde se puede observar que el número de profesionales por tipo de profesión con experiencia en proyectos de construcción.

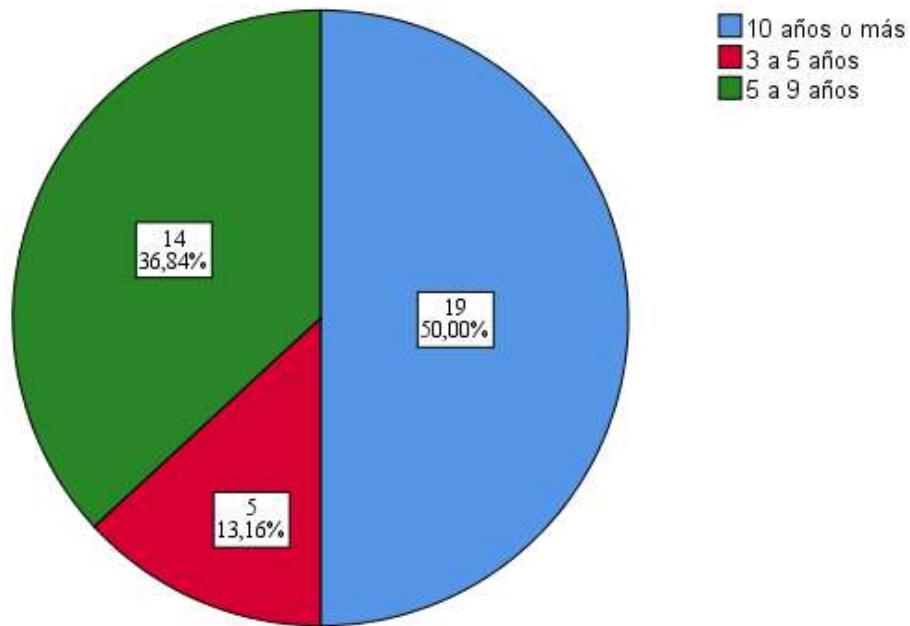
**Gráfico 1. Distribución porcentual de encuestados**



**Fuente:** El Autor

El gráfico 30 describe la distribución porcentual de los años de experiencia que tienen los perfiles encuestados en donde el 50 % de las personas encuestadas cuentan con más de 10 años de experiencia, el 14% cuenta con experiencia entre 5 y 9 años y el 13% cuenta con experiencia entre 3 y 5 años en proyectos de infraestructura.

**Gráfico 2.** *Distribución porcentual de encuestados*



**Fuente:** El Autor

### 7.4. Análisis de resultados

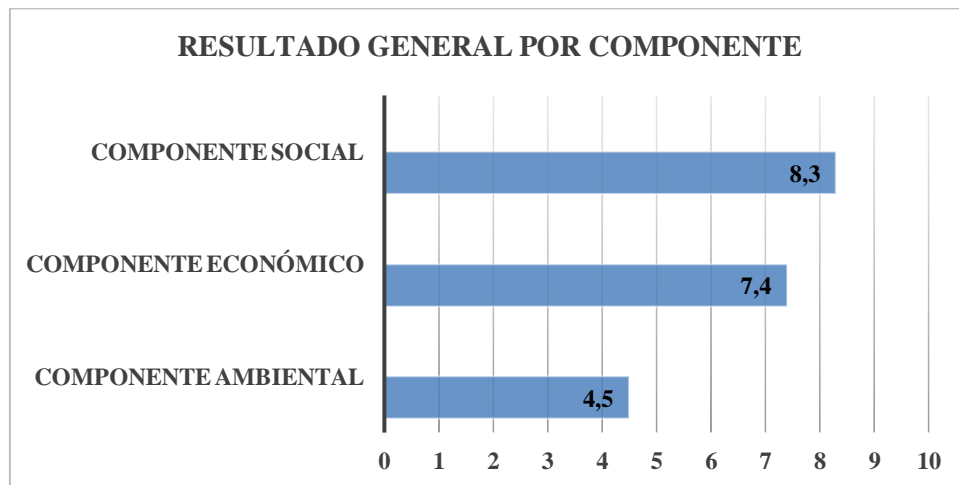
A continuación, en la tabla 38 y gráfico 59 se presentan los resultados promedio obtenidos por cada variable en las 38 encuestas realizadas y se realiza un análisis identificando que los tres componentes (Ambiental, Social y Económico) en el marco del concepto de sostenibilidad en proyectos de construcción, en la actualidad se presentan debilidades en su gestión y ejecución ya que en ninguno de los componentes se obtuvo un valor por encima de 9 que permitiera inferir que dicho componente fuera promovido dentro de los proyectos de construcción.

**Tabla 8. Resultados Promedio por componente**

COMPONENTE DE SOSTENIBILIDAD	PROMEDIO	CATEGOTRIA
<i>COMPONENTE AMBIENTAL</i>	4,5	Detractores
<i>COMPONENTE ECONÒMICO</i>	7,4	Neutrales
<i>COMPONENTE SOCIAL</i>	8,3	Neutrales

Fuente: El Autor

**Gráfico 3. Promedio general por componente**



Fuente: El Autor

### 7.4.1. Análisis por años de experiencia

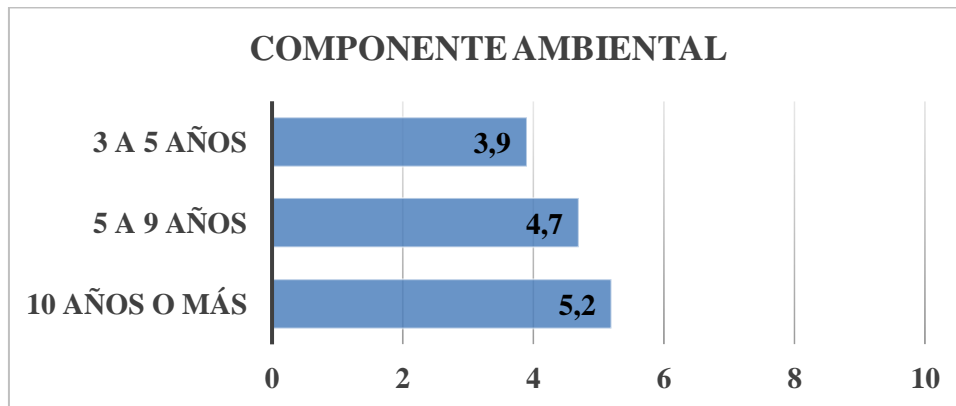
De acuerdo con los años de experiencia de los encuestados, en la tabla 39 y gráfico 60 se consolidan los resultados de la validación por años de experiencia teniendo en cuenta el componente ambiental en donde predomina la categoría de Detractores para este componente.

*Tabla 9. Validación por años de experiencia - Componente Ambiental*

COMPONENTE AMBIENTAL			
# ENCUESTADOS	AÑOS DE EXPERIENCIA	PROMEDIO	CATEGOTRIA
19	10 años o más	5,2	Detractores
14	5 a 9 años	4,7	Detractores
5	3 a 5 años	3,9	Detractores

Fuente: El Autor

*Gráfico 4. Promedio general por años de experiencia – Componente Ambiental*



Fuente: El Autor

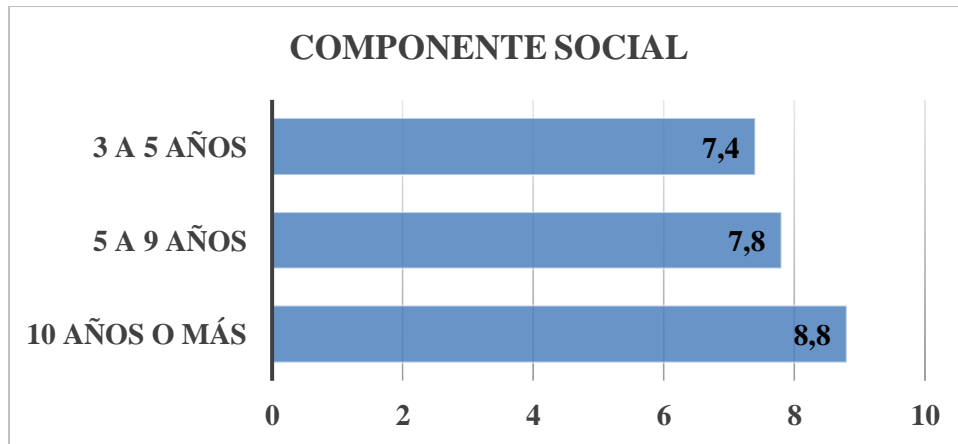
De acuerdo con los años de experiencia de los encuestados, en la tabla 40 y grafico 61 se consolidan los resultados de la validación por años de experiencia teniendo en cuenta el componente Social en donde predomina la categoría de Neutrales para este componente.

**Tabla 10. Validación por años de experiencia – Componente Social**

<b>COMPONENTE SOCIAL</b>			
<b># ENCUESTADOS</b>	<b>AÑOS DE EXPERIENCIA</b>	<b>PROMEDIO</b>	<b>CATEGOTRIA</b>
19	10 años o más	8,8	Neutrales
14	5 a 9 años	7,8	Neutrales
5	3 a 5 años	7,4	Neutrales

**Fuente:** El Autor

**Gráfico 5. Promedio general por años de experiencia – Componente Social**



**Fuente:** El Autor

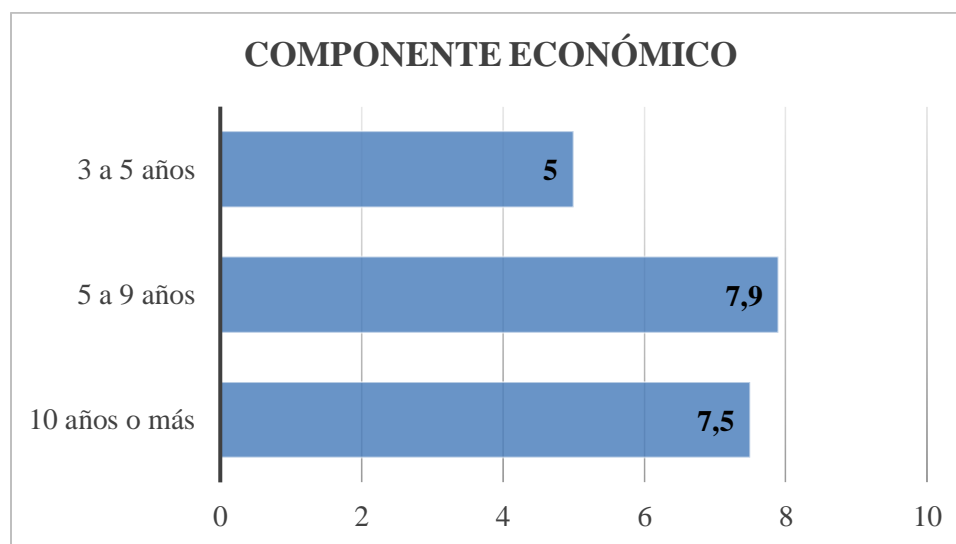
De acuerdo con los años de experiencia de los encuestados, en la tabla 41 y grafico 62 se consolidan los resultados de la validación por años de experiencia teniendo en cuenta el componente Económico en donde predomina la categoría de neutrales para este componente.

**Tabla 11.** Validación por años de experiencia – Componente Económico

<b>COMPONENTE ECONÓMICO</b>			
<b># ENCUESTADOS</b>	<b>AÑOS DE EXPERIENCIA</b>	<b>PROMEDIO</b>	<b>CATEGOTRIA</b>
19	10 años o más	7,5	Neutrales
14	5 a 9 años	7,9	Neutrales
5	3 a 5 años	5	Detractores

**Fuente:** El Autor

**Gráfico 6.** Promedio general por años de experiencia – Componente Económico



**Fuente:** El Autor

#### **7.4.2. Análisis por profesión**

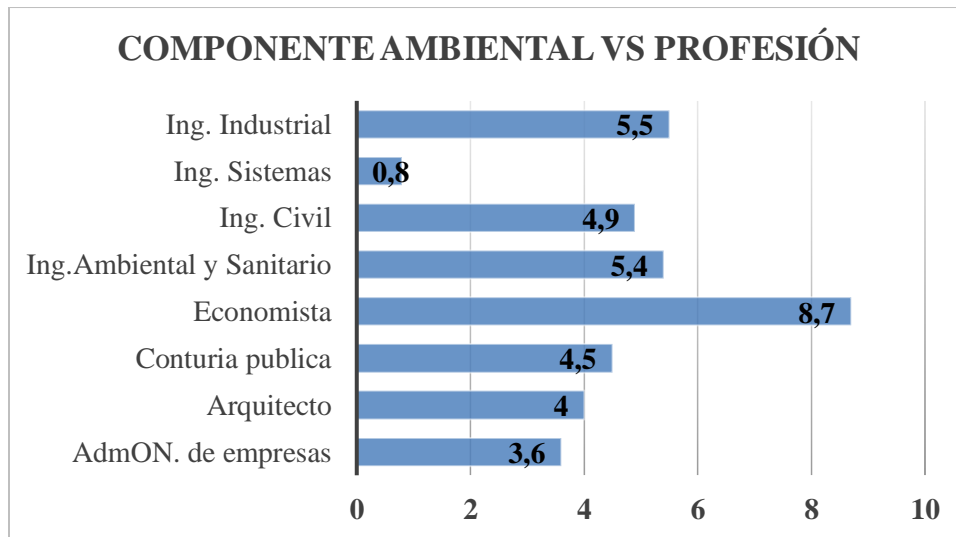
De acuerdo con las diferentes profesiones de los encuestados, en la tabla 42 y grafico 63 se tienen los siguientes resultados para el componente ambiental en donde predomina la categoría de Detractores en todas las profesiones de los perfiles encuestados.

**Tabla 12. Validación por Profesión – Componente Ambiental**

COMPONENTE AMBIENTAL			
# ENCUESTADOS	PROFESION	PROMEDIO	CATEGOTRIA
2	Admón. de empresas	3,6	Detractores
7	Arquitecto	4	Detractores
1	Contaduría publica	4,5	Detractores
1	Economista	8,7	Neutrales
6	Ing. Ambiental y Sanitario	5,4	Detractores
18	Ing. Civil	4,9	Detractores
1	Ing. Sistemas	0,8	Detractores
2	Ing. Industrial	5,5	Detractores

Fuente: El Autor

**Gráfico 7. Promedio general por Profesión – Componente Ambiental**



Fuente: El Auto

De acuerdo con las diferentes profesiones de los encuestados, en la tabla 43 y grafico 64 se tienen los siguientes resultados para el componente social en donde administradores, contadores y economistas obtienen la categoría de promotores y el resto de las profesiones obtienen la categoría de neutrales.

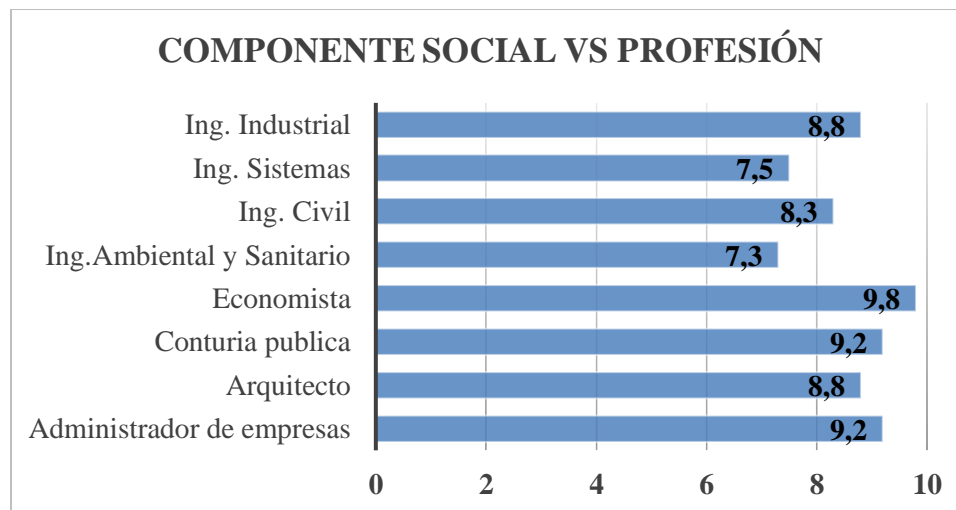


**Tabla 13. Promedio general por Profesión – Componente Social**

<b>COMPONENTE SOCIAL</b>			
<b># ENCUESTADOS</b>	<b>PROFESION</b>	<b>PROMEDIO</b>	<b>CATEGOTRIA</b>
2	Administrador de empresas	9,2	Promotores
7	Arquitecto	8,8	Neutrales
1	Contaduría publica	9,2	Promotores
1	Economista	9,8	Promotores
6	Ing. Ambiental y Sanitario	7,3	Neutrales
18	Ing. Civil	8,3	Neutrales
1	Ing. Sistemas	7,5	Neutrales
2	Ing. Industrial	8,8	Neutrales

**Fuente:** El Autor

**Gráfico 8. Promedio general por Profesión – Componente Social**



**Fuente:** El Autor

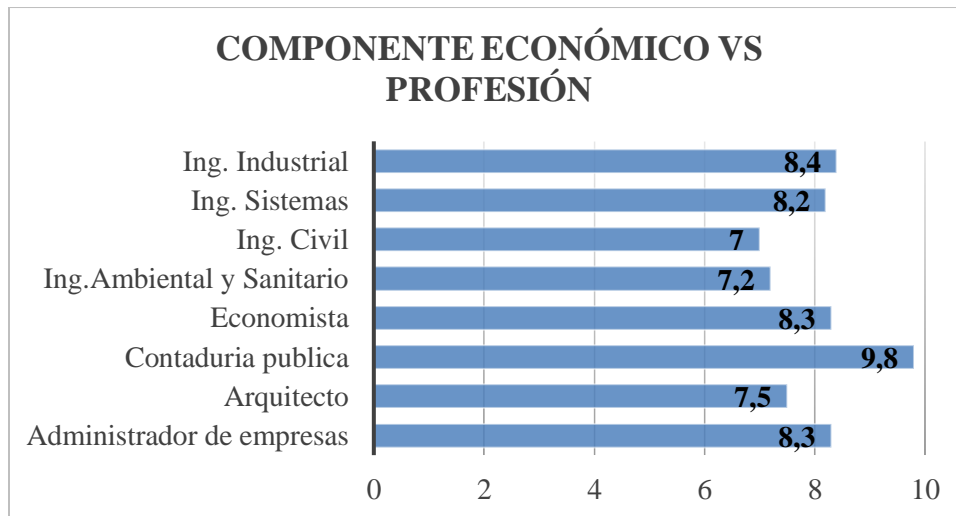
De acuerdo con las diferentes profesiones de los encuestados, en la tabla 43 y grafico 64 se tienen los siguientes resultados para el componente económico en donde contadores y economistas obtienen la categoría de promotores y el resto de las profesiones obtienen la categoría de neutrales.

**Tabla 14. Validación por Profesión – Componente Económico**

COMPONENTE ECONÓMICO			
# ENCUESTADOS	PROFESION	PROMEDIO	CATEGOTRIA
2	Administrador de empresas	8,3	Neutrales
7	Arquitecto	7,5	Neutrales
1	Contaduría publica	9,8	Promotores
1	Economista	8,3	Promotores
6	Ing. Ambiental y Sanitario	7,2	Neutrales
18	Ing. Civil	7	Neutrales
1	Ing. Sistemas	8,2	Neutrales
2	Ing. Industrial	8,4	Neutrales

Fuente: El Autor

**Gráfico 9. Promedio general por Profesión – Componente Económico**



Fuente: El Autor

### 7.5. Propuesta de medición componente de Sostenibilidad

En la tabla 45 se establece una herramienta para la medición del componente de sostenibilidad la cual mediante la aplicación de promedios aritméticos y finalmente un

promedio ponderado, busca establecer un indicador de desempeño del componente de sostenibilidad.

La estructuración de la herramienta se basó en la evaluación de los componentes ambiental, social y económico y los ítems seleccionados para validar los componentes fueron producto del conocimiento y experiencia del autor sumado, complementado con la revisión bibliográfica adelantada.

**Tabla 15. Herramienta para la evaluación componente de sostenibilidad**

<b>EVALUACIÓN COMPONENTE DE SOSTENIBILIDAD</b>	
<b>ITEM</b>	<b>Califique teniendo en cuenta la probabilidad que tiene el proyecto de contar con lo requerido en cada ítem en una escala de 0 a 10 en donde 0 es “nada probable” y 10 es “muy probable”.</b>
<b>COMPONENTE AMBIENTAL (CA)</b>	
P1. ¿Las aguas residuales generadas en el proyecto de construcción, cumplen con los límites máximos permisibles para poderlas verter al alcantarillado público o al suelo?	
P2. ¿El proyecto cuenta con una evaluación de los efluentes hídricos superficiales o subterráneos y el posible impacto de cargas contaminantes a causa de la ejecución del proyecto?	
P3. ¿La disposición del agua residual generada en el proyecto contempla una evaluación de cargas contaminantes con base en un análisis de caudales y/o volúmenes generados, antes de ser vertida?	
P4. ¿El proyecto de construcción contempla un estudio de calidad de aire en donde ese pueda conocer el impacto principalmente por la generación de pm10 y pm 2.5?	
P5. ¿El proyecto contempla maquinaria y equipos que operan evitando el consumo de combustibles fósiles?	
P6. ¿Tiene definido el proyecto el cálculo de la huella de carbono con sus respectivas medidas de compensación y/o restauración?	

P7. ¿Cuenta el proyecto con un estudio de impacto ambiental sustentado en datos técnicos y de laboratorio, en donde este una evaluación del suelo y las afectaciones al mismo?	
P8. ¿El proyecto cuenta con una caracterización técnica y sustentada de los residuos peligrosos que genera y el manejo con los mismos?	
P9. ¿El proyecto cuenta los medios para que Todos los subproductos y residuos generadores en el proyecto antes de disponerse se valoricen para realizar nuevos productos o para producir otras formas de energía?	
P10. ¿El proyecto cuenta con una evaluación técnica y sustentada del componente de flora y fauna?	
P11. ¿El proyecto cuanta con los diseños en donde se es posible usar materiales recuperados para su construcción?	
P12. ¿En proyecto selecciona los proveedores de materiales con base en un proceso de compras verdes en donde se privilegian aquellos proveedores que demuestran de manera técnica, que proveen materias primas amigables con el medio ambiente?	
P13. ¿El proyecto en su diseño contempla sistemas de aprovechamiento energético mediante algún tipo de energía renovable?	
<p><b>PROMEDIO COMPONENTE AMBIENTAL (CA)</b></p> $(CA) = \frac{\sum_{i=p1}^{p13} p}{13}$	
<b>COMPONENTE SOCIAL (CS)</b>	
P14. ¿Todos los trabajadores involucrados con cada fase del proyecto están contratados bajo una modalidad formal garantizando el pago de la seguridad social?	
P15. ¿El proyecto cuenta con los programas y/o estrategias que garantizan que no existe ningún tipo de discriminación social?	
P16. ¿El proyecto cuenta con los programas y/o estrategias que garantizan que no existe ningún tipo de discriminación social?	
P17. ¿El proyecto cuenta con plenas garantías para cumplir los objetivos del proyecto lo lograr la satisfacción de clientes y demás interesados en el proyecto?	

P18. ¿El proyecto cuenta con la solides es los procesos para garantizar y demostrar que se respetan los derechos humanos?	
P19. ¿El proyecto cuenta con una evaluación de cultura organizacional para garantizar y mantener un clima laboral favorable?	
P20. ¿El proyecto tiene claramente definidos los protocolos o métodos para capacitar, promover y desarrollar a los equipos de trabajo?	
P21. ¿El proyecto tiene contemplados y entrega los respectivos EPP`S a colaboradores y miembros de los equipos?	
P22. ¿El proyecto cuenta con procedimientos documentados y se ejecutan mediciones para combatir cualquier tipo de corrupción?	
P23. ¿El proyecto cuenta con zonas verdes y/o cercanía con las mismas?	
P24. ¿El proyecto cuenta con accesos e instalaciones para ejercer prácticas deportivas?	
<b>PROMEDIO COMPONENTE SOCIAL (CS)</b> $(CS) = \frac{\sum_{i=p14}^{p24} p}{11}$	
<b>COMPONENTE ECONÓMICO (CE)</b>	
P25. ¿El proyecto cuenta con un estudio financiero completo estableciendo los respectivos indicadores financieros (TIR, ROI, VPN), entre otros?	
P26. ¿El proyecto cuenta con un análisis claro y documentado sobre los beneficios económicos del proyecto?	
P27. ¿El proyecto contempla las cuentas ambientales que pueden impactar los rendimientos financieros del proyecto?	
P28. ¿El proyecto cuenta con un sistema de monitoreo y control sobre la ejecución de costos y gastos y de esta manera controla y hace seguimiento a los márgenes de utilidad de manera periódica?	
<b>PROMEDIO COMPONENTE ECONÒMICO (CE)</b> $(CE) = \frac{\sum_{i=p14}^{p25} p}{4}$	

**Fuente:** El Autor

**INDICADOR DE DESMEPEÑO COMPONENTE DE SOSTENIBILIDAD (DS)**

$$DS = (CA \times 0,5) + (CS \times 0,4) + (CE \times 0,1)$$

**Tabla 16.** Rangos de desempeño componente de Sostenibilidad

RANGO DS	DESEMPEÑO COMPONENTE SOSTENIBILIDAD
$0 \leq X \leq 6$	BAJO
$7 \leq X \leq 8$	MEDIO
$9 \leq X \leq 10$	ALTO

Fuente: El Autor

## 8. Recomendaciones

Teniendo en cuenta los resultados de esta investigación, se recomienda para futuras investigaciones en el marco de la sostenibilidad en diferentes tipos de proyectos, tomar como base el modelo de medición planteado y calificar cada ítem de acuerdo con información debidamente sustentada documentalmente por los líderes o gerentes de proyecto.

Con base en los resultados obtenidos se definió que, dentro del marco del componente de sostenibilidad, la dimensión ambiental pesa un 50%, la dimensión social pesa un 40% y la dimensión económica pesa un 10%. Se recomienda mantener estas proporciones para la medición del desempeño del componente de sostenibilidad.

Si de ser necesario un investigador considera que las proporciones porcentuales se deben ajustar, se recomienda que la proporción de la dimensión ambiental nunca sea inferior al 50% para el cálculo del indicador, teniendo en cuenta que, a criterio de este investigador, es la variable con mayor impacto dentro del concepto de la sostenibilidad.

## 9. Conclusiones

- Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, es posible concluir que, en un contexto general, ninguno de los componentes inherentes a la sostenibilidad tiene la suficiente fuerza de implementación en los proyectos de construcción.
- Existen en la actualidad guías para la ejecución de proyectos sostenibles como por ejemplo GPM 2018, pero es necesario que su aplicación este acompañada de la revisión técnica de artículos científicos de cada uno de los componentes de la sostenibilidad con el fin de lograr resultados más técnicos y precisos por cada componente.
- Para el desarrollo de esta investigación, se identificaron 13 criterios técnicos del componente ambiental, 11 criterios técnicos del componente social y 4 criterios técnicos del componente Económico los cuales deben ser medidos en una evaluación del componente de sostenibilidad en un proyecto de construcción.
- Se comprueba la hipótesis teniendo en cuenta que los resultados arrojados demostraron que el componente ambiental en el marco de la sostenibilidad fue el que obtuvo resultados menos favorables en su calificación quedando todos los encuestados en la categoría “detractores”, concluyendo así que dicho componente representa el mayor reto para poder generar proyectos de construcción sostenibles.
- Si bien en los componentes social y económico los encuestados obtienen un resultado más favorable quedando en la categoría “Neutrales”, se deben fortalecer estos dos componentes para poder inferir que los proyectos son sostenibles.
- Se diseñó una herramienta de medición integral del componente de sostenibilidad en los proyectos de construcción con el cual es posible determinar mediante el cálculo de promedios aritméticos y finalmente un promedio ponderado, el nivel (Alto, Medio o Bajo) de desempeño del componente de sostenibilidad en los proyectos de construcción.

## 10. Referencias

- 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.
- Arboleda Gonzalez, J. A. (2005). *Manual para la evaluación del impacto ambiental de proyectos, obras o actividades* . Medellín.
- Banco Interamericano de Desarrollo BID. (2013). *Infraestructura sostenible para la competitividad y el crecimiento inclusivo*. Washington D.C.
- Carboni, J., Duncan, W., González, M., Peter, M., & Young, M. (2018). *Gestión de proyectos sostenibles - La guía de referencia GPM*. Estados Unidos de America: GPM GLOBAL.
- CCCS, Concejo Colombiano de Construcción sostenible. (2019). Las fuerzas que impulsan la construcción sostenible. *INTEGRA*, 8-9.
- Consejo Colombiano de Construcción Sostenible. (9 de junio de 2020). Obtenido de <https://www.cccs.org.co/wp/casa-colombia/>
- Instituto de Desarrollo Urbano - IDU. (2017). *Estudio Económico del Sector de la Construcción* . Bogotá.
- Lewis-Bech, M., Bryman, A., & Liao, T. (2003). *The Sage Encyclopedia of Social Sciences*. Unit States of America : Sage Publications.



López, I., Arriaga, A., & Pardo, M. (2017). La dimensión social del concepto de desarrollo sostenible: ¿La eterna olvidada? *Revista Española de Sociología*, 18.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2016). *Guía de Verificación y Evaluación de Criterios de Negocios Verdes*. Colombia: [www.minambiente.gov.co](http://www.minambiente.gov.co).

Montero Serrano, J., Bosque Sendra, J., & Romero Calcerrada, R. (2008). Cuantificación y cartografía de la sostenibilidad social a partir de tipologías urbanísticas. *Las Palmas de Gran Canaria: Servicio de Publicaciones y Difusión Científica de la ULPGC*.

Rivas Palma, C. J. (2016). *Evaluación de la sostenibilidad en infraestructuras lineales mediante la dinámica de sistemas*. Madrid.

Rodríguez, F., & Fernández, G. (2010). Ingeniería sostenible: nuevos objetivos en los proyectos de construcción. *Ingeniería sostenible y construcción - Universidad politécnica de Madrid*, 147-160.

Suárez, M., & Fausto, T. (2012). *Interaprendizaje de estadística básica*. Ecuador: Universidad Técnica del Norte.

Talero Cabrejo, S. (2007). Razón, necesidad y utilidad de la contabilidad para la sostenibilidad ( sustainability accounting): Aproximaciones teóricas. *Universidad de Antioquia*, 155-176.