

DESARROLLAR UN MODELO TEÓRICO PARA DETERMINAR LA PREFACTIBILIDAD  
DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS NO VIS AMBIENTAL Y  
ECONÓMICAMENTE SOSTENIBLES EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ



Santiago Ramírez Gaitán  
Lisney Rodríguez Montenegro  
Daniel Camilo Quintero Gutiérrez

Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito  
Maestría en Desarrollo y Gerencia Integral de Proyectos  
Unidad de Proyectos  
Bogotá, D.C.

## TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO.....	2
1 GLOSARIO .....	5
2 ACRÓNIMOS.....	6
3 RESUMEN .....	7
4 ABSTRACT.....	7
5 INTRODUCCIÓN .....	8
6 PERFIL DE LA INVESTIGACIÓN .....	13
6.1 CONTEXTO DE LA INVESTIGACIÓN .....	13
6.1.1 LEED en Colombia .....	16
6.1.2 EDGE en Colombia.....	18
6.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN .....	20
6.2.1 Contexto del problema.....	20
6.2.2 Problema.....	23
6.2.3 Pregunta de investigación.....	24
6.3 PROPÓSITO DEL TRABAJO DE GRADO .....	26
6.3.1 Alineación estratégica.....	26
6.4 OBJETIVOS .....	30
6.4.1 Objetivo general.....	30
6.4.2 Objetivos específicos.....	30
6.5 ALCANCE .....	31
7 MARCO CONCEPTUAL .....	32
8  MODELOS Y TECNICAS DE ESTIMACIÓN DE COSTOS .....	44
8.1 TIPOS DE MODELOS.....	44
8.2 CARACTERIZACIÓN DEL MODELO SELECCIONADO. ....	46
8.2.1 Según su propósito.....	46
8.2.2 Según la forma de cuantificar .....	47
8.2.3 Según el grado de detalle.....	48
8.2.4 Según tipo de representación .....	48
8.2.5 Según su aplicación u objetivo.....	48
8.3 TÉCNICA DE ESTIMACIÓN A UTILIZAR POR PARTE DEL ANALISTA .....	50
9 ETAPAS Y FASES DE LOS PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN .....	50
9.1 DEFINICIÓN DE LAS ETAPAS DE UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN.....	51
9.2 DEFINICIÓN DE LAS FASES DE INGENIERÍA DE UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN.....	53
10 MARCO LEGAL.....	55
10.1 INCENTIVOS PARA CONSTRUCCIONES SOSTENIBLES EN COLOMBIA .....	58

10.1.1	<i>Ley 1715 de 2014</i> .....	59
10.1.2	<i>Decreto 1285 de 2015</i> .....	59
10.1.3	<i>Consejo nacional de política económica y social (COMPES) 3919</i> .....	59
11	DISEÑO METODOLÓGICO .....	61
11.1	METODOLOGÍA .....	62
11.1.1	<i>Fase 1: Estado del arte</i> .....	63
11.1.2	<i>Fase 2: Identificación de los proyectos de construcción sostenible</i> .....	67
11.1.3	<i>Fase 3: Consulta de los modelos financieros y técnicas de estimación de costos</i> ..	68
11.1.4	<i>Fase 4: Consulta de las fases y etapas de un proyecto</i> .....	69
11.1.5	<i>Fase 5: Consulta de las leyes y decretos que apliquen a las construcciones sostenibles en la ciudad de Bogotá.</i> .....	70
11.1.6	<i>Fase 6: Desarrollo del modelo Q2R</i> .....	70
11.1.7	<i>Fase 7: Verificación de expertos</i> .....	71
11.1.8	<i>Fase 8: Comparación Proyecto Tradicional Vs Proyecto Ambientalmente Sostenible.</i> .....	72
12	MODELO TEÓRICO PARA DETERMINAR LA PREFACTIBILIDAD DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS NO VIS AMBIENTAL Y ECONÓMICAMENTE SOSTENIBLE EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ (Q2R) .....	73
12.1	GENERALIDADES Y/O RESTRICCIONES .....	74
12.2	VARIABLES DE ENTRADAS CONSIDERADAS .....	77
12.3	DATOS DEL MODELO Q2R .....	78
12.3.1	<i>Datos de entrada</i> .....	78
12.3.2	<i>Datos de ventas</i> .....	79
12.3.3	<i>Datos de los costos del lote</i> .....	83
12.3.4	<i>Datos de construcción</i> .....	86
12.3.5	<i>Costos de gestión del proyecto</i> .....	90
12.3.6	<i>Datos de financiación</i> .....	92
12.3.7	<i>Datos generales</i> .....	94
12.3.8	<i>Comprobaciones</i> .....	95
12.3.9	<i>Datos de salida</i> .....	96
13	VERIFICACIÓN DEL MODELO Q2R .....	99
13.1	ANÁLISIS DEL JUICIO DE EXPERTOS .....	102
13.2	MODIFICACIONES Y MEJORAS AL MODELO Q2R .....	105
13.3	COMPARACIÓN DE LA PREFACTIBILIDAD DE UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA AMBIENTALMENTE SOSTENIBLES VS UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA TRADICIONAL .....	106
14	CONCLUSIONES .....	111
15	RECOMENDACIONES .....	116
16	TRABAJOS FUTUROS .....	118
17	BIBLIOGRAFÍA .....	120

## LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. <i>Edificaciones de vivienda certificadas por LEED en Bogotá</i> .....	18
Tabla 2. <i>Edificaciones de vivienda con certificación preliminar EDGE en Bogotá</i> .....	19
Tabla 3. <i>Alineación del trabajo de grado con los objetivos estratégicos de las organizaciones</i> .....	27
Tabla 4. <i>Clasificación genérica de la estimación de costos</i> .....	43
Tabla 5. <i>Caracterización del modelo teórico Q2R</i> .....	49
Tabla 6. <i>Incentivos para la construcción de viviendas sostenibles</i> .....	60
Tabla 7. <i>Motores de Búsqueda</i> .....	64
Tabla 8. <i>Documentos obtenidos del estado del arte</i> .....	66
Tabla 9. <i>Proyectos de vivienda sostenible en Bogotá</i> .....	67
Tabla 10. <i>Tipos de modelos financieros</i> .....	68
Tabla 11. <i>Clasificación de los modelos financieros</i> .....	69
Tabla 12. <i>Datos de ventas del modelo Q2R</i> .....	80
Tabla 13. <i>Costos del lote del modelo Q2R</i> .....	83
Tabla 14. <i>Aumento del valor del lote por localidad</i> .....	85
Tabla 15. <i>Costos de construcción del modelo Q2R</i> .....	86
Tabla 16. <i>Cálculo de aumento porcentual por construir de manera sostenible</i> .....	87
Tabla 17. <i>Costos de gestión del proyecto del modelo Q2R</i> .....	91
Tabla 18. <i>Datos de financiación del modelo Q2R</i> .....	92
Tabla 19. <i>Datos generales del modelo Q2R</i> .....	94
Tabla 20. <i>Comprobaciones generadas por el modelo 2QR</i> .....	95
Tabla 21. <i>Datos de salida del modelo Q2R</i> .....	98
Tabla 22. <i>Profesionales expertos encuestados</i> .....	101
Tabla 23. <i>Resultados proyecto de construcción de vivienda sostenible NO VIS</i> .....	107
Tabla 24. <i>Resultados proyecto de construcción NO VIS tradicional</i> .....	108

## LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. <i>Comparación de emisiones producidas por China, Estados Unidos y Colombia</i> .....	34
Figura 2. <i>Relación construcción y vivienda en millones de pesos</i> .....	36
Figura 3. <i>Ciclo de maduración de un proyecto de vivienda</i> .....	51
Figura 4. <i>Diagrama de flujo verificación de documentos</i> .....	65
Figura 5. <i>Presentación pestaña datos de entrada del modelo Q2R</i> .....	79
Figura 6. <i>Pestaña ventas proyectadas</i> .....	83
Figura 7. <i>Presentación pestaña resumen</i> .....	97
Figura 8. <i>Datos de entrada vs nivel de estudios</i> .....	103
Figura 9. <i>Horizonte de tiempo vs Nivel de estudios</i> .....	103
Figura 10. <i>Comprobaciones preliminares Vs Nivel de estudios</i> .....	104
Figura 11. <i>Datos de salida Vs Nivel de estudios</i> .....	104
Figura 12. <i>Generación de valor Vs Nivel de estudios</i> .....	105

## 1 GLOSARIO

**Arquitectura bioclimática:** consiste en el diseño de edificios teniendo en cuenta las condiciones climáticas, aprovechando los recursos disponibles (sol, vegetación, lluvia, vientos) para disminuir los impactos ambientales, intentando reducir los consumos de energía (EcoHabitar, 2019).

**Estrato Social:** Son los estratos socioeconómicos en los que se pueden clasificar y agrupar las viviendas y/o edificaciones de acuerdo con diferentes criterios de categorización (DANE, 2019).

**Impuesto:** el impuesto es un tributo o carga que las personas están obligadas a pagar a alguna organización (como el gobierno) sin que exista una contraprestación directa. Esto es, sin que se le entregue o asegure un beneficio directo por su pago (Roldán, ECONOMIPEDIA , 2016).

**Latinoamérica:** según la RAE es el nombre que engloba el conjunto de países del continente americano en los que se hablan lenguas derivadas del latín (español, portugués y francés) (Real Academia Española , 2005).

**Prefactibilidad:** supone un análisis preliminar de una idea o proyecto para determinar su viabilidad (Merino & Pérez, 2015).

**Preinversión:** actividad que tiene como objetivo evaluar la conveniencia de realizar un Proyecto (Ministerio de Economía y Finanzas , s.f.).

**Proceso constructivo:** Conjunto de fases sucesivas o solapadas en el tiempo necesarias para la materialización de un edificio (Cladera, 2007).

**Stakeholders:** Todas aquellas personas u organizaciones afectadas por las actividades y las decisiones de una empresa o proyecto (PMK Digital Learning, 2020).

## 2 ACRÓNIMOS

**AACE:** *Association for the Advancement of Cost Engineering.*

**CAMACOL:** Cámara Colombiana de Construcción.

**CARMAC:** Consejos Ambientales Regionales de las Macrocuencas.

**CCCS:** Consejo Colombiano de Construcciones Sostenibles.

**COP:** Signo representativo del Peso colombiano.

**CO<sub>2</sub>:** Dióxido de Carbono.

**EDGE:** *Excellence in Design for Greater Efficiencies.*

**EVM:** *Earned Value Management.*

**IEP:** Instituto Europeo de Postgrados.

**IFC:** *International Finance Corporation.*

**LEED:** *Leadership in Energy & Environmental Design.*

**MINAMBIENTE:** Ministerio de Medioambiente y Desarrollo Sostenible.

**ONU:** Organización de las Naciones Unidas.

**PIB:** Producto Interno Bruto.

**PMI:** *Project Management Institute.*

**Q2R:** Modelo teórico desarrollado por tres estudiantes de la maestría en desarrollo y gerencia integral de proyectos de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, el cual toma las letras iniciales de los apellidos de sus tres desarrolladores, Quintero, Ramírez y Rodríguez.

**RAE:** Real Academia Española.

**USGBC:** *U.S. Green Building Council.*

**VIP :** Vivienda de Interés Prioritario.

**VIS :** Vivienda de Interés Social.

### **3 RESUMEN**

El desarrollo de proyectos de construcción ambientalmente sostenibles va en aumento a nivel mundial, gracias al creciente interés de la sociedad y de los gobiernos por preservar los ecosistemas sin dejar de lado su bienestar y confort. Sin embargo, para que este tipo de proyectos sean viables se deben analizar diversos factores económicos, financieros, legales y sociales, es allí donde se espera que genera valor el desarrollo del modelo teórico Q2R, que ha sido elaborado inicialmente como una herramienta teórica de apoyo para los analistas (profesional encargado de analizar la viabilidad financiera de los proyectos) y que se debe utilizar durante la fase 1 - prefactibilidad a la hora de realizar las evaluaciones económicas y financieras durante la etapa de preinversión del proyecto de construcción, para tomar la decisión de continuar o no a la siguiente fase, en este caso a la fase de factibilidad de un proyecto de construcción de viviendas NO VIS ambientalmente y económicamente sostenibles en la ciudad de Bogotá – Colombia, fase en la que se deben realizar los estudios de ingeniería básica.

Con los resultados entregados por el modelo Q2R se logrará analizar la caja teórica en el presente que pueden generar este tipo de proyectos en la ciudad de Bogotá, basado en los datos ingresados por el analista. Logrando aportar al equilibrio entre la industria de la construcción y el medio ambiente, alineándose así con las necesidades actuales de la conservación del planeta y sus nuevas tendencias.

### **4 ABSTRACT**

The environmentally and economically sustainable construction projects development is increasing around the world because there is a growing interest from the people and governments in preserving ecosystems without set aside their wellness and comfort. However, for those type

of projects to be viable, several economic, financial, legal, and social factors must be analyzed, for this reason, the Q2R model generates value.

The model has been developed as a support tool to be used for the analysts during the Pre-feasibility phase, to determine when is necessary to continue with the development of the next construction project phase, the feasibility phase, where the basic engineering studies are carried out.

The Q2R model provides some results to the analyst based on the data entered by himself, with it will be possible to analyze the theoretical utility that can be generated by this type of projects in Bogota city. This will contribute to the balance between the construction industry and the environment, contributing to the current planet conservation needing and its new trends.

## **5 INTRODUCCIÓN**

Actualmente el incremento en los costos de la energía y la escasez de materiales disponibles han ocasionado que las construcciones tengan costos más altos y que la industria de la construcción reduzca su compromiso ambiental (Carboni, Duncan, Gonzalez, Milsom, & Young, 2018), lo anterior sumado a la incorrecta implementación de acciones medioambientales, junto con la falta de aplicación de los conceptos de la arquitectura bioclimática en los diseños, la falta de implementación de sistemas de gestión ambiental y la ausencia del reciclaje de los materiales, productos o residuos sólidos de las obras, han generado una deficiencia en el crecimiento sostenible y en la consolidación de proyectos de construcción sostenibles (Acevedo, Vásquez, & Ramírez, 2012), puesto que el modelo de crecimiento en el que se ha enmarcado la industria de la construcción en países como Colombia se encuentra estrechamente relacionado con la falta de responsabilidad empresarial y ambiental de la industria (Carboni, Duncan, Gonzalez, Milsom, & Young, 2018).



Es por esto, que a nivel mundial se espera que la industria de la construcción dé un giro en su funcionamiento y ayude a combatir los daños ambientales y los efectos adversos generados al planeta. Por lo anterior, en esta industria los proyectos de viviendas ambientalmente sostenibles han tenido un auge en los últimos años (Acevedo, Vásquez, & Ramírez, 2012), sobre todo en los países desarrollados. Este tipo de construcciones buscan que en los procesos constructivos se implementen correctas acciones medioambientales, se apliquen los conceptos de la arquitectura bioclimática en los diseños, se utilicen sistemas de gestión ambiental y se reutilicen materiales, productos o residuos sólidos en las obras. Además, estos tienen como objetivo obtener como producto final edificaciones que en su funcionamiento tengan sistemas que le permitan ahorrar porcentajes de agua y energía, para poder disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero, en comparación con una edificación convencional.

Con el fin de incentivar y controlar este tipo de construcciones, se crearon un conjunto de normas y requisitos, que al cumplirse permiten obtener las certificaciones para construcciones sostenibles, las cuales funcionan actualmente a nivel mundial (USGBC, 2020). Para efectos de este trabajo de grado se seleccionaron las siguientes certificaciones (las cuales son explicadas a profundidad en el capítulo 6.1 del presente trabajo de grado):

- La certificación LEED, que fue desarrollada por parte del *US Green Building Council* (el Consejo de la Construcción Verde de Estados Unidos) (USGBC, 2020). En Colombia esta certificación fue adoptada y promovida por el Consejo Colombiano de Construcciones Sostenibles (CCCS).
- La certificación EDGE, que es un sistema de certificación de construcción verde para los mercados emergentes creado por la Corporación Financiera Internacional (IFC), miembro

del Grupo del Banco Mundial. En Colombia el aliado local del IFC para promover y operar la certificación es Camacol (EDGE, 2020).

Con respecto a este tipo de certificaciones se encontró que hasta el año 2020, Colombia cuenta con un total de 151 proyectos con certificación de construcciones sostenibles, de las cuales se localizan en la ciudad de Bogotá – Colombia tan solo 8 edificaciones de viviendas certificadas, 2 de estas obtuvieron certificación final LEED y 6 certificación final EDGE. El número de certificaciones para el territorio nacional es considerablemente bajo, si se compara con los países que lideran en este tipo de construcciones, como lo son, Estados Unidos que cuenta con un total de 33,362 proyectos certificados, seguido por China media con 1,494 edificaciones. Mientras que en Latinoamérica el primer país que se encontró fue Brasil, este ocupa la quinta posición con 531 proyectos (Council, 2019).

Como se puede observar, tanto a nivel mundial como continental, Colombia se encuentra con deficiencias en el desarrollo de este tipo de proyectos, por eso surgen ciertas dudas como por ejemplo: ¿por qué siendo potencia mundial en recursos naturales, variedad en fauna, flora y ecosistemas, no se han desarrollado más proyectos de construcciones sostenibles en el país?; ¿Qué pasa con la industria de la construcción que no desarrolla más proyectos de este tipo en las distintas zonas del país?; ¿pueden influir los costos de este tipo de proyectos en el lento desarrollo de este tipo de construcciones, dentro del territorio nacional?; ¿existe suficiente documentación dentro del territorio nacional para la toma de decisiones de este tipo de proyectos?.

Con el fin de resolver algunos de los interrogantes expuestos anteriormente, se ha decidido desarrollar un modelo teórico de carácter académico para evaluar la prefactibilidad durante la etapa de preinversión; de proyectos de construcción de viviendas NO VIS ambiental y

económicamente sostenible en la ciudad de Bogotá, en donde se incluyen variables de sostenibilidad, basándose en las políticas nacionales y las certificaciones internacionales anteriormente mencionadas que se pueden obtener en Colombia y en las líneas de créditos verdes ofrecidas por los bancos Davivienda y Bancolombia, créditos especiales que se otorgan dentro del territorio nacional. Todo lo anterior con el fin de determinar si este tipo de proyectos son viables en la etapa de preinversión de un proyecto de construcción.

Precisamente buscando generar un valor agregado a los proyectos de construcciones de viviendas NO VIS ambientalmente sostenibles en la ciudad objeto de estudio, se logra desarrollar este modelo después de realizar un análisis exhaustivo de la normativa vigente en el país, las guías ambientales, los incentivos tributarios a este tipo de construcciones y la política ambiental definida por el gobierno, además de los elementos de costos, los potenciales cambios en los costos, los impactos gubernamentales sobre los mismos y las variables para determinar los costos de un proyecto de construcción que se encontraron en la literatura, dentro de los cuales también se incluyen las proyecciones de ventas. El modelo teórico es aplicable solo a los proyectos de viviendas NO VIS en la fase 1 de Prefactibilidad – ingeniería conceptual, que es la primera fase que se encuentra en la etapa de preinversión de un proyecto de construcción. Dicho modelo fue nombrado Q2R<sup>1</sup> por el apellido de sus creadores (Daniel Quintero, Santiago Ramírez y Lisney Rodríguez). Es importante aclarar que este modelo es de carácter teórico, por lo tanto, requiere ser validado<sup>2</sup> antes de ser utilizado por una empresa o un analista en un proyecto de construcción de vivienda NO VIS en el sector real en la ciudad de Bogotá, adicional a esto,

---

<sup>1</sup> Definido así por las letras iniciales de los apellidos de los investigadores que lo desarrollaron.

<sup>2</sup> Es la acción que verifica que lo que se está haciendo es lo adecuado, que se está haciendo bien y que se consigue el objetivo pretendido. Tal como se indica en el siguiente link <https://clubresponsablesdecaldad.com/diferencias-validacion-verificacion/>

también es necesario que el analista que utilice el modelo Q2R sea un profesional que cuente con experiencia en el sector de la construcción.

Para que el Modelo teórico Q2R funcione de forma óptima el analista debe ingresar todos los datos de entrada al modelo, los cuales se deben determinar previamente para que así el modelo pueda configurar el escenario propuesto en la fase de Prefactibilidad – ingeniería conceptual y posteriormente el profesional pueda definir si continúa o no con el proyecto, utilizando los resultados de su tabla resumen como apoyo para la toma de decisiones. De acuerdo con lo anterior el éxito de los datos de salida arrojados por el modelo, dependen de la rigurosidad y certeza de los datos de entrada suministrados por el analista, por lo tanto, está fuera del alcance de este trabajo, la calidad u origen de los datos que se ingresen.

Es importante destacar que los proyectos de construcciones sostenibles, en esencia, son iguales a los de construcción tradicional, aunque, sus diseños arquitectónicos y el uso de materiales son amigables con el medio ambiente. Por lo anterior, el Modelo teórico Q2R funcionará como una herramienta de apoyo para las construcciones sostenibles.

El grupo de profesionales, aspirantes al título de magister en Desarrollo y Gerencia Integral de Proyectos, comparten el Modelo Q2R, el cual fue desarrollado en la herramienta Microsoft Excel, con el interés de aportar a la comunidad estudiantil de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito o a cualquier persona interesada en este tipo de proyectos sostenibles un modelo abierto al público, que permita determinar la prefactibilidad de un proyecto de construcción de vivienda NO VIS ambientalmente sostenibles en la ciudad de Bogotá. Considerando que, de acuerdo con la investigación realizada para este trabajo de grado se encontró que los modelos existentes en las empresas constructoras de la ciudad de Bogotá no son de uso público. Además, teniendo en cuenta el poco desarrollo de proyectos de este tipo en la

ciudad se espera que este modelo teórico genere valor en el sector de la construcción de vivienda, ya que permitirá determinar si algunas de las variables de sostenibilidad están siendo un impedimento en términos económicos para el desarrollo de proyectos de construcciones de viviendas NO VIS ambientalmente sostenible en la ciudad objeto de estudio.

## 6 PERFIL DE LA INVESTIGACIÓN

En esta sección se desarrollará una línea de antecedentes, causas y problemáticas relacionadas con el desarrollo de proyectos de construcción de viviendas ambientalmente sostenible en la ciudad de Bogotá – Colombia, como lo son: la ausencia de responsabilidad empresarial y ambiental, la incorrecta implementación de acciones medioambientales, la ausencia de aplicación de los conceptos de la arquitectura bioclimática en los diseños y la ausencia del reciclaje en los proyectos constructivos. Por otro lado, también se explicará a profundidad todo lo relacionado con las certificaciones para construcciones sostenibles tanto a nivel nacional como internacional, para ayudar al lector a entrar en contexto.

### 6.1 Contexto de la investigación

Para el contexto del presente trabajo de grado, se considera importante explicar los aspectos más relevantes a través de la historia que han enmarcado la evolución y el desarrollo en el sector de la construcción, mostrando la importancia de los procesos constructivos sostenibles y amigables con el medioambiente sin dejar de lado el confort. Los aspectos más importantes identificados se presentan a continuación:

- **Crecimiento demográfico:** con el pasar de los años la población a nivel mundial ha aumentado significativamente, por este motivo, ha surgido la necesidad de construir viviendas más resistentes y usar los terrenos para alojar una mayor cantidad de familias. Inicialmente, avanzaron en la construcción de materiales más resistentes como el

concreto y el acero<sup>3</sup> (Seguí, 2016), que le permitieron a la humanidad construir edificaciones de mayor altura, de esta manera, las ciudades se hicieron más grandes y demandaron una mayor cantidad de recursos.

- **Combustibles fósiles:** como consecuencia del crecimiento poblacional, territorial y la nueva demanda de recursos naturales, aumentaron los niveles de explotación de los mismos para el desarrollo social e industrial, utilizando maquinaria principalmente impulsada por motores de combustión que funcionan a base de ACPM y gasolina<sup>4</sup>. Por otro lado, avanzaron hacia nuevas formas de producción energética, como, por ejemplo, la construcción de represas, plantas de energía nuclear y termoeléctricas entre otros. Sin embargo, estos adelantos generaron impactos negativos en la naturaleza y el curso normal de su existencia.
- **Impacto sobre el medio ambiente:** considerando el impacto negativo que las actividades humanas empezaron a generar en el medio ambiente, “en 1972 durante la convención de las naciones unidas desarrollada en Estocolmo, se trató por primera vez de manera global, el impacto ambiental generado por el hombre y la inminente necesidad de crear acuerdos internacionales para generar conciencia respecto al daño causado al planeta” (United Nations Climate Change, 2020). Posterior a esta reunión en el año de 1992, se llevó a cabo la primera Convención - Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, la cual buscaba entre otras cosas “reforzar la conciencia pública a escala mundial de los problemas relacionados con el cambio climático” (United Nations Climate Change, 2020), causados en su mayoría por los gases de efecto invernadero. A

---

<sup>3</sup> Elemento que se deriva de un proceso industrial de alto impacto ambiental

<sup>4</sup> Productos derivados del petróleo

partir de esta fecha la convención se lleva a cabo todos los años y los países miembros presentan sus avances en materia de reglamentación y mejora en los procesos productivos. Al año 2019 la convención contaba con 194 países miembros (entre los que se encuentra Colombia), de los 195 países reconocidos por la ONU (Organización de las Naciones Unidas) (BBC, 2019).

- **Certificaciones medio ambientales:** en temas de construcción sostenible y tomando en cuenta las consideraciones de la ONU y la cumbre sobre el cambio climático, se crearon dos sistemas de certificación para construcciones ambientalmente sostenibles, que buscan minimizar el impacto de estas en los entornos locales y aumentar el desarrollo de proyectos de construcción de este tipo. Aunque el desarrollo de estos proyectos genera un costo adicional que se estima es de un 2% sobre el costo directo de la obra (LEED, 2018), este aumento puede ocasionar que el público objetivo se vea reducido considerablemente (Acevedo, Vásquez, & Ramírez, 2012), por lo que cobra especial valor un modelo que permita determinar la prefactibilidad económica de este tipo de proyectos considerando los beneficios otorgados por el gobierno. A continuación, se presentan las certificaciones seleccionadas para este trabajo de grado:

**LEED:** “es el sistema de clasificación de edificios ecológicos más utilizado en el mundo, disponible para todos los tipos de edificios y que proporciona un marco para edificios verdes, altamente eficientes y económicos. La certificación LEED es un símbolo mundialmente reconocido de logros y liderazgo en sostenibilidad” (USGBC, 2020). Esta certificación no es solo para edificaciones nuevas, ya que además cuenta con parámetros para remodelaciones y mantenimientos sostenibles desde el punto de vista ambiental.

En el caso de las edificaciones nuevas, esta presenta cuatro tipos de certificaciones que están clasificadas por un sistema de puntos obtenidos a través de la cantidad de recursos que ahorre en los diseños propuestos, ahorros tales como, menor consumo de agua, menor consumo de energía eléctrica, mejor aprovechamiento del suelo y disminución del impacto de la construcción a través del uso de materiales amigables y obtenidos en fábricas cercanas a la construcción (USGBC, 2020).

**EDGE:** “es un sistema de certificación de edificios ecológicos enfocado en hacer que estos sean más eficientes en el uso de los recursos” (EDGE, 2020), la certificación EDGE es aplicable en construcciones como viviendas, hoteles, oficinas y bodegas, las cuales pueden ser desarrolladas en cualquier parte del mundo. Para que un edificio sea certificado debe cumplir con unos porcentajes establecidos para mejoras del desempeño, en el uso de agua, la electricidad, el terreno y en la reducción de CO<sub>2</sub>.

El sistema EDGE cuenta con tres tipos de certificaciones clasificadas de acuerdo con los porcentajes de ahorro demostrados en los planos y modelos del proyecto, los cuales deberán ser corroborados por un comité evaluador durante la fase de ejecución y posteriormente al finalizar el proyecto, estas son: certificación preliminar, certificación final y certificación de ahorro de CO<sub>2</sub> (EDGE, 2020).

### **6.1.1 LEED en Colombia**

El Concejo Colombiano de Construcciones Sostenibles (CCCS) adopta la certificación *LEED* para ser aplicada en edificaciones dentro del territorio nacional, buscando así mejorar el uso de los recursos y generando conciencia a través de programas de formación en torno a temas de sostenibilidad ambiental específicamente en la industria de la construcción de edificaciones. Colombia cuenta con 151 edificios certificados que suman un total de 2.3 millones de m<sup>2</sup>, de los



cuales 16 proyectos tienen certificación Platino, 72 proyectos tienen certificación Oro, 41 proyectos tienen certificación Plata y 22 proyectos tienen certificación sencilla, además, cuenta con 223 edificios en proceso de certificación y un total de 3.9 millones de m<sup>2</sup> según la página del CCCS (CCCS, 2018).

De acuerdo con los datos entregados por el US Green Building Council, se calculó que el costo del profesional que certificará el cumplimiento de los porcentajes de ahorros establecidos en Colombia de una vivienda sostenible, tiene un valor de COP \$966.428,25 por unidad de vivienda (U.S. Green Building Council, 2021).

#### ***6.1.1.1 LEED en proyectos de vivienda en la ciudad de Bogotá.***

Según la página del USGBC <sup>5</sup> LEED y del CCCS a corte de Diciembre del 2020, en Colombia únicamente existen 5 proyectos de viviendas con la certificación LEED ya otorgada o en proceso, las cuales se encuentran ubicadas en: Rionegro – Antioquia, Barraquilla – Atlántico y Bogotá – Cundinamarca, esta última cuenta con dos proyectos, ‘72 HUB’ el cual tiene una certificación plata en proceso desde el año 2017 y el ‘KUBIK VIRREY I Y II’ que fue el primer proyecto residencial en Bogotá con certificación LEED Gold, otorgada en el año 2019. A continuación, se muestra una tabla con las características más importantes de las construcciones certificadas en la ciudad de Bogotá.

---

<sup>5</sup> U.S. green building council

**Tabla 1.** Edificaciones de vivienda certificadas por LEED en Bogotá.

NOMBRE COMERCIAL DEL PROYECTO	TIPO DE PROYECTO	ESTRATO	AHORRO DE ENERGÍA	AHORRO DE AGUA	REDUCCIÓN DE ENERGÍA REGISTRADA EN EL PROCESO
72 HUB	NO VIS	4	N/R	N/R	N/R
KUBIK VIRREY I Y II	NO VIS	6	50%	60%	80%

*Nota. Elaboración propia, con información tomada de la página de (U.S. green building council, 2020).*

Como se puede evidenciar en la tabla anterior, los proyectos con certificación LEED se encuentran ubicados en zonas de estratos 4 y 6. Específicamente del proyecto KUBIK VIRREY I Y II, (el cual obtuvo la certificación final Gold) se obtuvo la información respecto a los ahorros de energía, agua y reducción de energía registrada en el proceso.

### 6.1.2 EDGE en Colombia

CAMACOL (Cámara Colombiana de la Construcción) es el único organismo avalado en Colombia para certificar las construcciones sostenibles, tomando como guía las directrices entregadas por *EDGE BUILDINGS*. Según EDGE “El 75% de la población de Colombia vive ahora en centros urbanos, que se esfuerzan por satisfacer la demanda de su creciente población”. La construcción residencial ha impulsado el mercado de la construcción ecológica, ya que muchos desarrolladores se han dado cuenta del valor agregado de la construcción verde para sus compradores. EDGE, puede entonces, satisfacer la necesidad de edificios con un uso eficiente de los recursos” (EDGE, 2020).

Para el año 2020 Colombia contaba con un total de 436 mil metros cuadrados con certificación preliminar o final, representados en 213 proyectos con intención de certificación, 85 proyectos en proceso de certificación, 33 proyectos con certificación preliminar y solo 4 proyectos con certificación final EDGE, según CAMACOL.

Por otro lado, de acuerdo con EDGE, el costo del profesional que certificará el cumplimiento de los porcentajes de ahorros establecidos en Colombia de una vivienda

sostenible, tiene un valor de \$330.235 COP/ Unidad de vivienda, para proyectos de hasta 200 unidades y de \$175.685 COP/ Unidad de vivienda, para proyecto que contengan más de 200 unidades (EDGE, 2020).

### **6.1.2.1 EDGE en proyectos de vivienda en la Ciudad de Bogotá**

En la ciudad de Bogotá se cuenta con un total de 6 proyectos con certificación preliminar EDGE de los cuales 2 son proyectos VIS y 4 son proyectos NO VIS. En la siguiente tabla, se presentan los ahorros estimados para cada uno de los proyectos que aspiran a la certificación:

**Tabla 2.** *Edificaciones de vivienda con certificación preliminar EDGE en Bogotá.*

<b>NOMBRE COMERCIAL DEL PROYECTO</b>	<b>TIPO DE PROYECTO</b>	<b>ESTRATO</b>	<b>AHORRO DE ENERGÍA</b>	<b>AHORRO DE AGUA</b>	<b>REDUCCIÓN DE ENERGÍA REGISTRADA EN EL PROCESO</b>	<b>AHORRO TOTAL DE CO<sub>2</sub></b>
ORBBA 130	NO VIS	5	24%	24%	45%	56.4 ton/año
MIRADOR DEL JABOQUE	VIS	3	32%	35%	56%	201 ton/año
ACERETO	NO VIS	4	28%	42%	53%	91.3 ton/año
TÊKTO MUSEO	NO VIS	3	21%	38%	39%	80 ton/año
ARRECIFE 106	NO VIS	5	22%	32%	51%	29.1 ton/año
127 LIVING	VIS	4	24%	26%	52%	171 ton/año

*Nota. Elaboración propia, con información tomada de (EDGE, 2020)*

Como se puede evidenciar en la tabla anterior, se cuenta con un total de seis proyectos con certificación preliminar EDGE, pero ninguno de ellos cuenta con certificación final. Lo cual demuestra que en la ciudad capital de Colombia el desarrollo de proyectos de construcción de viviendas ambientalmente sostenibles sigue siendo insuficiente, sí se compara con los 40.542 nuevos predios de uso residencial construidos en la ciudad para el año 2018 (Restrepo, 2018),

sin embargo, en Bogotá la ejecución de este tipo de proyectos ha venido en aumento con el pasar de los años.

## **6.2 Planteamiento del problema y justificación**

Debido a la necesidad actual de reducir el impacto ambiental causado a nivel mundial por el sector de la construcción, se formuló el presente trabajo de grado, el cual responde a la necesidad de repensar el análisis económico durante la fase de prefactibilidad – ingeniería conceptual para el desarrollo de proyectos de construcción de viviendas NO VIS ambientalmente sostenibles en la ciudad de Bogotá.

Este apartado permite al lector entender la problemática que afronta la investigación y en el contexto en el que se desarrolla el presente trabajo de grado.

### **6.2.1 Contexto del problema**

El consumo de recursos y la generación de residuos a nivel global se encuentran por encima de lo que el planeta puede sostener. Esta producción de residuos y agentes contaminantes es un grave problema ambiental asociado en gran medida al sector de la construcción, el cual es considerado como el principal generador de gases de efecto invernadero en varios países (Acevedo, Vásquez, & Ramírez, 2012).

Por lo cual, el sector de la construcción y su modelo de crecimiento, como actividad de vital importancia para el desarrollo económico y social de cualquier región, debe adelantar estrategias que permitan potenciar la conservación y preservación del planeta (Acevedo, Vásquez, & Ramírez, 2012). Razón por la que, “la ausencia de responsabilidad empresarial y ambiental” (Carboni, Duncan, Gonzalez, Milsom, & Young, 2018) debe ser estudiada y trabajada responsablemente, con el fin de resolver serios interrogantes sobre las condiciones de vida de las futuras generaciones (Malaver Jaramillo & Ortiz Esguerra, 2018), ya que en la actualidad el incremento en los costos de la energía y la reducción de materiales disponibles, han ocasionado que la construcción tenga costos más altos y reduzca su compromiso ambiental.

Bajo esta línea de ideas, la incorrecta implementación de acciones medioambientales, la ausencia de aplicación de los conceptos de la arquitectura bioclimática en los diseños, junto con la ausencia del reciclaje en los materiales, productos o residuos sólidos de las obras, ocasionan que el sector de la construcción posea problemas para consolidar sus proyectos sostenibles (Acevedo, Vásquez, & Ramírez, 2012).

Lo anterior, sugiere una deficiencia en el crecimiento sostenible, por lo que se necesita una rigurosa revisión de las estrategias socioeconómicas dominantes (Carboni, Duncan, Gonzalez, Milsom, & Young, 2018), en donde se podría sugerir o incentivar un nuevo concepto de economía. Esto, con el objetivo de abordar las deficiencias y tomar en cuenta el concepto de desperdicio a través de un enfoque autosuficiente, evitando utilizar en el proceso materiales con un único uso.

Es por esto que los autores anteriormente citados consideran que para suplir la necesidad del desarrollo de proyectos ambientalmente sostenibles, se requiere primero redefinir el modelo y concepto de economía en la sociedad, por lo que se propone como primer paso realizar una transición de un modelo de una economía de estructura lineal que ha dominado desde la revolución industrial, a uno basado en sistemas que desafían el consumo de recursos en función de su necesidad de producción, tal como se plantea en la economía azul (Carboni, Duncan, Gonzalez, Milsom, & Young, 2018), en donde el medio ambiente funciona como pilar de este.

Por todo lo mencionado, se considera importante generar conciencia y educación alrededor de los principales aspectos para construir edificaciones residenciales ambientalmente sostenibles (Malaver Jaramillo & Ortiz Esguerra, 2018). Por lo anterior, se hace necesario explicar con mayor detalle los tres conceptos de economía mencionados anteriormente, en donde se evidencian sus diferencias:

**Economía lineal:** esta economía es la que predomina en la actualidad y en la que se utiliza la materia prima extraída de los recursos naturales, la cual es sometida a procesos de producción para lograr su transformación, posterior a esto el producto final es repartido a los clientes para su uso o consumo y finalmente al terminar la vida útil del producto, este es desechado. Esta economía “funciona bajo un sistema en el que todo lo fabricado tiene un final y termina por salir del ciclo productivo, ciclo que empieza en la fabricación de los productos y terminan en el momento en que son desechados, proceso que es rápido y muy breve” (VOLTA CHILE, 2020), ver anexo 6, figura 29.

**Economía circular:** en este tipo de economía se utiliza la materia prima extraída de los recursos naturales, que antes de ser sometida al proceso de producción y transformación, pasa por un riguroso proceso de diseño que trata de garantizar el buen aprovechamiento de los insumos, luego de que el producto es diseñado y procesado, este es repartido para su uso o consumo. Cuando la vida útil del producto termina, el material aprovechable es recogido y reciclado para que sea reutilizado en la producción de un nuevo producto. Este tipo de economía “se basa en un proceso sostenible, en donde se intenta que los materiales y recursos aprovechables se mantengan en el ciclo productivo y en la economía durante el mayor tiempo posible, sin perder su valor y conservando su vida útil” (VOLTA CHILE, 2020), ver anexo 6, figura 30.

**Economía azul:** este tipo de economía está más enfocada hacia el desarrollo de proyectos, aquí se trata de imitar un ciclo viable y eficiente, que saque el mayor provecho de todos los recursos que se tienen al alcance y no solamente hace referencia a la materia prima, apuesta por aprovechar la economía local, disminuir los costos y la contaminación que genera el transporte de recursos de zonas geográficas lejanas. Por tal razón el eje principal de esta economía es el

medio ambiente, buscando siempre el bienestar, el beneficio social y el propósito de los proyectos y/o productos. Es por esto que en esta economía “los residuos dejan de ser despojos inutilizables y pasan a convertirse en recursos que pueden ser reutilizados. Podemos decir que estamos ante una cadena de valor en la que cualquier residuo puede ser reutilizado para volver a incorporarse al ciclo de producción” (Lopez, 2018), ver anexo 6, figura 31.

### **6.2.2 Problema**

La generación de residuos y agentes contaminantes es también un grave problema del sector de la construcción, quien es el principal generador de los gases de efecto de invernadero en varios países (Acevedo, Vásquez, & Ramírez, 2012). Los mismos autores afirman que este modelo de crecimiento en el que se ha enmarcado la industria de la construcción en países como Colombia, se encuentra estrechamente relacionada con la falta de responsabilidad empresarial y ambiental. Dicho modelo de crecimiento hace que surjan serios interrogantes sobre las condiciones de vida de las futuras generaciones, ya que el crecimiento de sectores como el de la construcción no se han enfocado de la mejor forma. Con base en lo anterior, se puede afirmar que actualmente las construcciones aún no cuentan con estrategias realmente amigables con el medio ambiente (Malaver Jaramillo & Ortiz Esguerra, 2018).

Cabe resaltar que la imagen del sector de la construcción se ha visto deteriorada y en la actualidad es percibida como una de las industrias que más contamina (Carboni, Duncan, Gonzalez, Milsom, & Young, 2018), ya que hoy en día los procesos constructivos y las edificaciones convencionales no consideran economizar en sus procesos, ni aplicar diseños bioclimáticos, así como tampoco porcentajes de ahorro en la energía, el agua o CO<sub>2</sub>. Además, en países como Colombia todas las falencias mencionadas hacen evidente la deficiencia en el

crecimiento sostenible y los problemas para consolidar el desarrollo de proyectos ambientalmente sostenibles.

Sin embargo, uno de los problemas más importantes identificados en la literatura, se resume en las incorrectas estrategias socioeconómicas dominantes en la actualidad en los países latinoamericanos y/o emergentes. Por lo anterior, se puede concluir que solo si se corrige el enfoque del modelo y el concepto de economía en la sociedad podrá un país empezar a impulsar el desarrollo de proyectos de construcción de viviendas ambientalmente sostenibles. El problema descrito anteriormente se explica en el anexo 6, figura 32.

### **6.2.3 *Pregunta de investigación***

Teniendo en cuenta la dimensión del problema presentado anteriormente, este trabajo de grado enfocará la línea de investigación hacia la siguiente pregunta orientadora: ¿Cómo determinar la prefactibilidad económica de las construcciones de viviendas NO VIS ambientalmente sostenibles en la ciudad de Bogotá? Para dar respuesta a esta pregunta este trabajo propone desarrollar un modelo teórico que permita evaluar la prefactibilidad económica de los proyectos de construcción de viviendas sostenibles, durante su primera etapa.

Con el desarrollo de la investigación se buscó obtener un modelo teórico que le permita a las organizaciones verificar la prefactibilidad económica de los proyectos de construcción de viviendas NO VIS ambientalmente sostenibles, ya que en algunos casos las pequeñas<sup>6</sup> y

---

<sup>6</sup> Son aquellas cuyos ingresos por actividades ordinarias anuales sean superiores a veintitrés mil quinientos sesenta y Unidades de Valor Tributario (23.563 UVT) e inferiores o iguales a doscientos cuatro mil novecientos noventa y cinco Unidades de Valor Tributario (204.995 UVT). Según el DECRETO 957 DEL 05 DE JUNIO DE 2019, expedido por el ministerio de comercio, industria y turismo.



medianas<sup>7</sup> empresas del sector de la construcción no cuentan con un especialista en costos que desarrolle un modelo propio y específico para este tipo de proyectos. Además, tal como se mencionó anteriormente los modelos que existen actualmente son de uso exclusivo. Es por esto que un modelo teórico que evalúe la viabilidad económica en la etapa de prefactibilidad de los proyectos de construcción de viviendas NO VIS ambientalmente sostenibles de uso libre, se espera que genere valor al sector de la construcción en la ciudad de Bogotá.

Por otro lado, y con el fin de aumentar el interés de los inversionistas, es necesario mostrar los beneficios económicos y los impactos positivos sobre el medio ambiente, para motivar a las empresas y compradores a invertir en los proyectos sostenibles y en sus sistemas de gestión ambiental. De esta forma, se contribuye a la creación de una buena imagen institucional y del sector económico de la construcción, en una era donde el medio ambiente y los proyectos sostenibles toman cada vez más importancia para la sociedad (Equipo de redacción OIKOS, 2019).

El equipo de redacción OIKOS también menciona que algunos de los aspectos más importantes que mejoran al construir edificaciones sostenibles son: la calidad del aire y de la ventilación en los diferentes ambientes, el confort térmico dentro de las instalaciones, el uso prioritario de la iluminación natural, la elección de materiales sostenibles, la implementación de tecnologías renovables que permiten reducir el consumo de los recursos, la creación de diseños

---

<sup>7</sup> Son aquellas cuyos ingresos por actividades ordinarias anuales sean superiores a doscientos cuatro mil novecientos noventa y cinco Unidades Valor Tributario (204.995 UVT) e inferiores o iguales a un millón setecientos treinta y mil quinientos sesenta y cinco Unidades Valor Tributario (1 UVT). Según el DECRETO 957 DEL 05 DE JUNIO DE 2019, expedido por el ministerio de comercio, industria y turismo. (Minsiterio de Comercio, 2019)

amigables que facilitan el contacto con la naturaleza y mejoran la calidad de vida humana y por último la gestión ecológica de desechos.

Por todo lo mencionado anteriormente, el modelo teórico abierto al público, que calcule la prefactibilidad económica de los proyectos de viviendas NO VIS ambientalmente sostenibles y que muestre a las constructoras e inversionistas los beneficios otorgados por el gobierno y algunas entidades financieras a este tipo de proyectos, se espera que abra la puerta a una oportunidad de mejora en el sector de la construcción residencial en la ciudad de Bogotá, foco de estudio del presente trabajo.

### **6.3 Propósito del trabajo de grado**



En este apartado se define el propósito de este trabajo de grado y se explica la alineación estratégica del mismo, mostrando cómo la investigación aporta a los objetivos estratégicos de las organizaciones que pueden ser impactadas con el desarrollo del mismo.

El propósito de este trabajo de grado es postular un modelo teórico académico que permita demostrar la viabilidad económica en la etapa de preinversión en proyectos de construcción de viviendas NO VIS ambiental y económicamente sostenibles y así contribuir a incentivar el desarrollo de este tipo de proyectos en la ciudad de Bogotá, basándose en las certificaciones ambientales otorgadas por LEED o EDGE y en los beneficios otorgados a estos proyectos por el estado y algunas entidades financieras del país.

#### **6.3.1 Alineación estratégica**

En la siguiente tabla se muestra la alineación estratégica del presente trabajo de grado y su relación con los objetivos estratégicos de las organizaciones que pueden ser impactadas.

**Tabla 3.** Alineación del trabajo de grado con los objetivos estratégicos de las organizaciones.

ENTIDAD	OBJETIVOS		CONTRIBUCIÓN DEL PROYECTO
	OBJETIVOS ORGANIZACIONALES	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	
	Contextualizar la actividad académica a las necesidades del entorno actual, así como los propósitos y oportunidades nacionales de desarrollo.	Contribuir al progreso personal, social y educativo a través de: a) La formación integral de la persona, caracterizada por la alta preparación científica, tecnológica, técnica, ética, social y humanística; b) La construcción y desarrollo educativo, especialmente científico y tecnológico; y c) La interacción dinámica, real y permanente con el entorno.	Mediante la identificación del problema y la realización del proyecto académico, se contribuirá a la escuela con el desarrollo del conocimiento y el crecimiento profesional de los ingenieros involucrados a la hora de interactuar permanentemente de forma dinámica con el entorno.
<b>Constructoras de viviendas que operan en la ciudad de Bogotá</b>	Revisar el análisis y las evaluaciones a los objetivos propuestos con el fin de tomar las acciones que correspondan.	Lograr el nivel de rentabilidad deseado.	Mediante el modelo teórico para determinar la prefactibilidad de proyectos de construcción de viviendas NO VIS ambiental y económicamente sostenible en la ciudad de Bogotá (Q2R), se aportará a las constructoras de vivienda que operan en la ciudad una herramienta abierta al público que les permita evaluar sus proyectos en la etapa de prefactibilidad, para que con la información resultante puedan tomar decisiones y realizar las acciones que correspondan buscando proteger su capacidad financiera y así obtener el nivel de rentabilidad deseado.
	Garantizar una relación adecuada entre la población y el entorno ambiental y crear las condiciones que garanticen los derechos fundamentales y colectivos relacionados con el medio ambiente.	Orientar y liderar la formulación de políticas ambientales y el aprovechamiento sostenible de los recursos ambientales distritales. Enfocados hacia la preservación y conservación del sistema de áreas protegidas.	Con la creación del modelo teórico, se busca incluir variables ambientales para incentivar el desarrollo de proyectos de construcción de viviendas ambientalmente sostenibles en la ciudad de Bogotá. Adicionalmente, permitirá apreciar la utilidad de los

			proyectos de viviendas ambientalmente sostenibles, ayudando así, a la preservación de los derechos fundamentales y colectivos de la naturaleza y el aprovechamiento sostenible de los recursos ambientales distritales.
	Incentivar la creación de los espacios certificados LEED.	Lograr que los espacios certificados LEED utilicen menos energía, generen menores emisiones de carbono y contribuyan a la promoción de ambientes saludables para la comunidad en general.	Al incluir costos y beneficios adicionales en el modelo teórico y usar los requerimientos de LEED como base para el producto del trabajo de grado, se está impactando el objetivo estratégico mencionado, ya que al seleccionar la certificación LEED para el desarrollo de este trabajo se ayuda a incentivar la creación de espacios certificados LEED y a fomentar la protección del medio ambiente mediante la construcción de edificaciones ambientalmente sostenibles.
	Promover la construcción de edificios ecológicos en los mercados emergentes.	Promover la construcción sostenible de viviendas económicas, apartamentos de lujo, hoteles o complejos turísticos, edificios de oficinas, hospitales y establecimientos comerciales. Lograr que los proyectos reduzcan en un 20% el uso de energía, agua y la energía incorporada en los materiales de construcción.	Con el desarrollo del producto del trabajo de grado y al ser de uso público, se está contribuyendo a promover la construcción de viviendas ambientalmente sostenibles. Además, si la construcción logra la certificación EDGE en su entrega, estarían contribuyendo a la reducción del uso de energía y agua.
	Impulsar una mayor transformación hacia la sostenibilidad en la construcción de viviendas dentro del país.	Brindar posibles soluciones al mercado para el cumplimiento de la nueva normatividad asociada con la construcción sostenible del país. Analizar las realidades y necesidades de la construcción de vivienda sostenible en Colombia.	Gracias a la inclusión de un marco legal en el desarrollo del trabajo de grado, se está incluyendo la normativa y los beneficios legales de realizar proyectos de construcción de vivienda sostenible. Esto garantizará que si el producto es usado por las organizaciones interesadas se esté cubriendo la normatividad vigente asociada a

			<p>construcción sostenible en el país.</p> <p>Por otro lado, la investigación realizada en este trabajo de grado aporta al análisis de las realidades de la construcción de vivienda sostenible, específicamente en la ciudad de Bogotá – Colombia.</p>
	<p>Fortalecer las iniciativas de sostenibilidad social, construcción sostenible y competitividad, que impactan la cadena de valor de la construcción, y que buscan el mejoramiento de la calidad de vida de los trabajadores del sector, el impulso a la construcción sostenible y al fortalecimiento de la competitividad del sector.</p>	<p>Promover y fomentar metodologías, información y avances para la adaptación al cambio climático. Generación y análisis de información estratégica en materia de sostenibilidad.</p>	<p>Al incluir en el producto del trabajo de grado variables que solo se utilizan en las construcciones sostenibles, se busca demostrar la prefactibilidad de realizar construcciones de viviendas sostenibles en la ciudad de Bogotá, además se ayuda a identificar, fomentar y fortalecer las iniciativas de construir sosteniblemente. Del mismo modo también se contribuye con el documento del trabajo de grado a la generación de información estratégica en materia de sostenibilidad.</p>
	<p>Acelerar el crecimiento de la construcción verde en los países en desarrollo, durante un período de siete años.</p>	<p>Reducción de la pobreza promoviendo el desarrollo económico a través del apoyo al sector privado.</p>	<p>A través del desarrollo del producto del trabajo de grado y la inclusión de variables para la construcción sostenible en un modelo teórico, se aportará al desarrollo de construcciones verdes en Bogotá - Colombia, promoviendo así el desarrollo económico en el sector privado, como lo son las constructoras que operan en esta ciudad.</p>
	<p>Ayudar a las naciones a trabajar unidas para mejorar la vida de los pobres, vencer el hambre, las enfermedades y el analfabetismo, y fomentar el respeto de los derechos y libertades de los demás. Servir de centro para que se armonicen los esfuerzos de las naciones para alcanzar estos objetivos comunes</p>	<p>Lograr que las ciudades sean más inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles</p>	<p>La creación del modelo teórico para la valuación de proyectos de construcción sostenible puede ayudar a aumentar el desarrollo de infraestructura sostenible que colabore con la disminución del consumo de agua y el uso de energías renovables, aportando a la conservación del medio ambiente y disminuyendo el impacto ambiental producido por el sector de la</p>

			construcción. De esta forma se ayuda a que las ciudades sean cada vez más sostenibles.
--	--	--	--

*Nota. Elaboración propia.*

Como se observa en la tabla anterior, con el desarrollo del presente trabajo de grado se espera impactar a todas las organizaciones relacionadas con las certificaciones seleccionadas (LEED y EDGE), cuyos objetivos estratégicos tienen relación con la conservación del medio ambiente, la sostenibilidad en la industria, el uso de energías renovables y las empresas de construcción que desarrollan proyectos sostenibles. Aunque el objetivo geográfico del desarrollo del modelo está enfocado a la ciudad de Bogotá, puede aportar en el desarrollo de proyectos de construcción de vivienda sostenible en otras ciudades del país.

## **6.4 Objetivos**

En este apartado el lector podrá encontrar el objetivo general y los objetivos específicos que se plantearon para el desarrollo del presente trabajo de grado, con el fin de lograr responder la pregunta de investigación planteada en la sección 6.2.3.

### **6.4.1 Objetivo general**

Desarrollar un modelo teórico de carácter académico para calcular la prefactibilidad en la etapa de preinversión de proyectos de construcción de viviendas NO VIS ambiental y económicamente sostenible en la ciudad de Bogotá.

### **6.4.2 Objetivos específicos**

- Identificar los tipos de modelos generales documentados en fuentes académicas y seleccionar el apropiado para el modelo a desarrollar.
- Caracterizar el modelo seleccionado para el desarrollo del producto del trabajo de grado.
- Determinar las variables requeridas del modelo seleccionado, de acuerdo con las necesidades más importantes identificadas, con el fin de construir una herramienta para

calcular la prefactibilidad de los proyectos de construcción de vivienda ambiental y económicamente sostenibles.

- Proponer, construir y verificar el modelo para determinar la prefactibilidad en la etapa de preinversión de los proyectos de construcción de viviendas NO VIS ambiental y económicamente sostenibles en la ciudad de Bogotá.

## **6.5 Alcance**

En este apartado el lector podrá encontrar de forma clara el alcance del presente trabajo de grado, algunas de las limitaciones y/o restricciones del mismo, así como los componentes en los que se enmarca el desarrollo del modelo teórico. Por lo anterior es necesario precisar que el documento tiene como entregable final el desarrollo de un modelo teórico para calcular la prefactibilidad en proyectos de construcción de viviendas NO VIS ambientalmente sostenibles en la ciudad de Bogotá.

El modelo teórico Q2R puede ser utilizado en cualquier tipo de proyecto de construcción de viviendas siempre y cuando sea NO VIS, sostenible, se cuente con los datos para alimentarlo y el proyecto se encuentre durante la etapa de preinversión, más específicamente dentro de la fase 1 de prefactibilidad – ingeniería conceptual. Lo anterior quiere decir que el modelo teórico Q2R estará enmarcado en los siguientes componentes:

- Estudio de los aspectos generales del entorno socio-económico.
- Estudio técnico (Escala mínima 1:50.000).
- Estudio económico y evaluación financiera, tal como lo indica la Cámara Colombiana de la Infraestructura.

Los componentes que hacen parte de la fase 2 y 3 de un proyecto de construcción, como los estudios de mercado, no serán tenidos en cuenta, ya que extralimitan el alcance definido

anteriormente (todos los componentes de las fases 1, 2 y 3 son explicados en el capítulo 9 del presente documento). Lo anterior genera una serie de consideraciones y/o restricciones para el desarrollo del modelo Q2R, las cuales pueden ser consultadas en el apartado 12.1 del presente documento.

## **7 MARCO CONCEPTUAL**

Para el desarrollo del modelo teórico Q2R fue necesario investigar, definir y enmarcar los diferentes conceptos claves aplicables a este, los cuales serán explicados en el presente capítulo con el fin de dar contexto al lector.

Uno de los conceptos claves para el desarrollo de este trabajo académico, es el término proyecto, definido por la ISO 10006 como el “Proceso único consistente en un conjunto de actividades coordinadas y controladas con fechas de inicio y de finalización, llevadas a cabo para lograr un objetivo conforme con los requisitos específicos, incluyendo las limitaciones de tiempo, costo y recursos” (ISO, 2015), es decir, es la sucesión de acciones encausadas hacia un objetivo en concreto, cumpliendo unas exigencias previamente establecidas.

Es importante tener en cuenta cada uno de los aspectos mencionados en la definición, ya que serán los pilares para el desarrollo efectivo, la planeación y puesta en marcha del trabajo de grado. Asimismo, se desarrollarán los aspectos claves de investigación, enfocados hacia la construcción de viviendas ambientalmente sostenibles y las necesidades urbanísticas actuales de la sociedad bogotana.

Para el desarrollo del modelo teórico se considera importante entender el concepto del medio ambiente, el cual se entiende como “un sistema formado por elementos naturales y artificiales que están interrelacionados y que son modificados por la acción humana. Se trata del entorno que condiciona la forma de vida de la sociedad y que incluye valores naturales, sociales



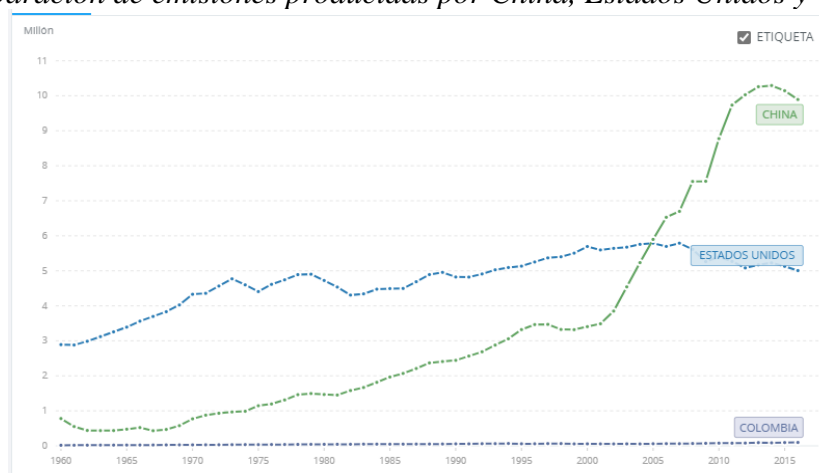
y culturales que existen en un lugar y momento determinado” (RSS, 2019). Por lo cual, es posible afirmar que la existencia misma del ser humano depende de la relación con el medio ambiente, Sin embargo, el desarrollo tecnológico, auspiciado desde la revolución industrial significó el sacrificio de gran parte del equilibrio que existía entre la naturaleza y el desarrollo social sostenible, teniendo en cuenta que el consumo de materias primas genera un impacto constante para el medio ambiente.

Con relación al impacto al medio ambiente, existen datos importantes que señalan el efecto negativo causado en la última década por el ser humano en materia medioambiental. En este informe, se expone como los países con mayor desarrollo industrial y sólidos a nivel mundial en materia de economía, son los que más producen emisiones de dióxido de carbono. Entre estos países, China fue evidentemente uno de los principales productores de emisiones CO<sub>2</sub> durante el año 2019 (CarbonBrief, 2019). Sin embargo, Estados Unidos resultó según adelantos del Grupo del Banco Mundial (2020) como el país más contaminante de la historia, en la siguiente figura se puede observar una comparación de las emisiones producidas por China, Estados Unidos y Colombia<sup>8</sup> entre 1960 y el 2015.

---

<sup>8</sup> País de interés para el desarrollo del documento.

**Figura 1.** Comparación de emisiones producidas por China, Estados Unidos y Colombia.



*Nota. Tomada del Grupo del Banco Mundial (2020).*

En la figura anterior se identifica que Colombia a lo largo de la historia ha producido muchas menos emisiones contaminantes que las dos grandes potencias mundiales como lo son Estados Unidos y China, lo que también está relacionado con el desarrollo social, cultural e industrial de los tres países.

Por otro lado, la pérdida de bosques por la tala de árboles ha significado un gran deterioro medioambiental a nivel mundial. En 2017, según el periódico El País, “han desaparecido 15,8 millones de hectáreas o, lo que es lo mismo: es como si se hubieran perdido 40 campos de fútbol cada minuto durante los 12 meses” (El País, 2018). Ahora bien, la situación en Colombia no es diferente, ya que, en el mismo año, este país perdió “más de 400.000 hectáreas en las regiones de Meta, Guaviare y Caquetá, las tres limítrofes con la Amazonia” (El País, 2018). La falta de control de las autoridades y la baja conciencia social han ocasionado que Colombia sea uno de los países que pierde más árboles anualmente.

Según autoridades medioambientales, en Bogotá existe un bosque con aproximadamente 10.400 ejemplares de pinos, ubicado en los predios donde anteriormente operaba la central de Bavaria (Ubicado en la avenida Boyacá con calle 7) Aunque el desarrollo urbanístico de Bogotá

busca mitigar el impacto ambiental sembrando una mayor cantidad de árboles en otros espacios, el daño producido dentro de la ciudad tiene un gran impacto en la calidad de vida de todos sus habitantes.

Los ejemplos presentados anteriormente, buscan demostrar que la conservación del medio ambiente es un tema de gran importancia, dado que, el desarrollo económico de un país debe ir enfocado hacia la preservación de sus ecosistemas y recursos naturales, además de procurar la mínima modificación de estos inherente al desarrollo urbanístico. A continuación, se definirán algunas categorías conceptuales, relacionadas con el impacto medio ambiental, con el fin de justificar el desarrollo del modelo propuesto durante este trabajo de grado.

La RAE<sup>9</sup> define la construcción como el “arte de construir” o también como una “obra construida o edificada” lo que nos lleva a un entorno bastante amplio, pues el área de la construcción es desarrollada en muchos sectores, es por esto, que definir el área específica para el cual se va a desarrollar el modelo es de vital importancia para lograr el objetivo de este trabajo de grado. Ahora bien, en la actualidad y debido a las razones explicadas anteriormente, la construcción sostenible ha cobrado una gran relevancia en el desarrollo social, cada recurso que se usa actualmente es tan limitado que el buen uso de ellos ayuda a la conservación del medio ambiente.

En Colombia el sector de la construcción es responsable del 3.6% del PIB de forma directa y del 4.8% a nivel nacional si se tienen en cuenta las cadenas de explotación, transporte y producción de materiales (Gandini, 2019). Es decir, que, el desarrollo del país se encuentra supeditado en un alto porcentaje al número de construcciones que se realizan anualmente, Por lo

---

<sup>9</sup> Real Academia Española

tanto, esta industria resulta fundamental para el país, teniendo en cuenta que para el 2020 “el sector edificador crecerá entre 0.9% y 2.9% aproximadamente” (Portafolio, 2020).

Para complementar lo explicado anteriormente, se presenta la siguiente figura, la cual ilustra la relación entre las construcciones y las viviendas desarrolladas en Colombia entre el año 2014 y el año 2018, en donde también se puede observar la cantidad de créditos desembolsados para compra de vivienda en ese mismo periodo de tiempo:

**Figura 2.** *Relación construcción y vivienda en millones de pesos.*



*Nota. Tomado de la Revista Semana (2019).*

De acuerdo con la figura anterior se concluye que a nivel nacional la demanda de vivienda ha aumentado paulatinamente, motivo por el cual, el sector de construcción de vivienda se encuentra en la tarea de desarrollar nuevas edificaciones e infraestructuras que cuenten con las mejores prácticas o métodos para la conservación del medio ambiente en los procesos constructivos. Por tal razón Bogotá al ser la ciudad capital de Colombia se ve impactada por este efecto.

Ahora bien, según CAMACOL “La construcción sostenible es la práctica de planear, diseñar, construir, operar y habitar proyectos de construcción, con el fin de que sean económicamente eficientes, minimicen su impacto negativo en el ambiente y maximicen su impacto positivo en los usuarios y en las comunidades a lo largo de su ciclo de vida.” (Pardo, 2020).

Basado en el anterior concepto, se puede evidenciar que el aumento de la construcción de viviendas podría permitir el desarrollo de buenas prácticas en proyectos de construcción, por lo cual, el modelo propuesto en este documento pretende dar una pauta que permita a los tomadores de decisiones o interesados, invertir en proyectos de construcción de vivienda sostenibles y demostrar que estos pueden ser viables económicamente en la etapa de preinversión.

Por tal razón, el presente trabajo de grado pretende presentar los beneficios económicos de un proyecto de construcción, los cuales son definidos por la Real Academia Española como “Ganancia económica que se obtiene de un negocio, inversión u otra actividad mercantil” (Real Academia Española, 2021), para enfocar el desarrollo de la herramienta Q2R se tendrán en cuenta todos los ahorros que aplican a la etapa de preinversión brindados por el gobierno colombiano a las empresas que desarrollen este tipo de proyectos de construcción.

De acuerdo con el artículo publicado por la Revista Semana en el cual se entrevista al arquitecto Mauricio Peraza, se indica que “para un constructor existen tres puntos determinantes para fijar el precio del metro cuadrado: valor del lote, costos directos de la obra y costos indirectos” (Semana, 2013), además es necesario realizar un análisis de las ventas, que debe estar relacionado con el estudio de marketing, aquí es necesario según la CEUPE (Centro Europeo de posgrados) analizar las ventas de los competidores, así como la estructura de ventas en el mercado, ya que “al comparar estos indicadores con los volúmenes planificados de producción propia, se elabora un plan de ventas. Al planificar las ventas, también es importante tener en cuenta factores como la estacionalidad de la demanda” (Posgrados, s.f.). De esta forma se concluye que el análisis de ventas pronostica los ingresos del proyecto.

Por otro lado, al momento de determinar y/o estimar los costos de cualquier proyecto es importante estructurar los elementos de estos con el fin de comprender cómo pueden ser

revisados y cómo influyen en el costo total de la actividad o el activo (AACE International Education Board, 2007). Según la AACE los elementos de costos se clasifican en directos, indirectos, fijos y variables, aunque en la práctica algunos costos pueden caer en más de uno de estos grupos, como se observa a continuación:

- Costos directos: “son aquellos recursos que se gastan únicamente en completar la actividad o activo, aunque no necesariamente están limitados a los elementos que se incorporan en el producto final como material o mano de obra” (AACE International Education Board, 2007). En un proyecto de construcción, por ejemplo, el costo directo de los cimientos de una casa incluye: la excavación de zanjas para las vigas y zapatas, la formaleta de madera (si no son reutilizables), el concreto y la mano de obra para construir la cimentación.
- Costos indirectos: “son aquellos recursos que deben gastarse para respaldar la actividad o el activo, estos se asignan a una actividad o activo en función de algún elemento de costo directo, como horas de mano de obra, costo de material o ambos” (AACE International Education Board, 2007). En un proyecto de construcción, por ejemplo, los costos indirectos pueden ser los costos de proporcionar y mantener el equipo de campo, los gastos de servicios públicos, impuestos, servicios legales, gestión del proyecto, entre otros.
- Costos fijos: “son aquellos elementos de costo que deben proporcionarse independientemente del volumen de actividad laboral o producción de activos que respaldan, estos pueden ser costos directos o indirectos” (AACE International Education Board, 2007). En un proyecto de construcción por ejemplo el alquiler de las oficinas donde opera la constructora y los costos de operación de la misma, son costos fijos.

- Costos variables: “son aquellos elementos de costo que deben proporcionarse y dependen del volumen de la actividad laboral o producción de activos que respaldan, estos pueden ser costos directos o indirectos” (AACE International Education Board, 2007). En un proyecto de construcción un costo variable indirecto sería la electricidad o el combustible utilizado para operar la máquina que se utiliza para la fundición de los cimientos, ya que varía con la cantidad fundida.

En cualquier proyecto es importante también considerar los potenciales cambios en los costos y sus implicaciones sobre el mismo (AACE International Education Board, 2007), los cuales ocurren por distintas razones en la economía de un país, puntualmente para el desarrollo de este trabajo de grado se han tenido en cuenta dos de los conceptos de cambios de costos más comunes según la AACE, los cuales se explican a continuación:

- Inflación: “es un aumento en el nivel de precios de un bien o servicio o canasta de mercado de bienes y / o servicios. Esta no se produce por sí sola, sino que debe tener una fuerza impulsora detrás” (AACE International Education Board, 2007). Según la AACE hay cuatro efectos que pueden resultar en inflación, ya sea por sí mismos o en combinación con otros efectos. Estos cuatro efectos pueden ser: la oferta monetaria que está influenciada por el banco central de un país; los tipos de cambios que pueden influir en el precio de los bienes y servicios importados; la inflación impulsada por la demanda que se da cuando cantidades excesivas de personas persiguen una cantidad limitada de bienes o servicios; y la inflación de costos que tiene lugar cuando los productores de los bienes encuentran precios más altos en los insumos y esta alza es transferida a los demás actores en la cadena de producción.

- Deflación: “es lo opuesto a la inflación, ya que aquí se genera una caída en el nivel general de precios de bienes y servicios o una canasta de mercado representativa de bienes y servicios. Los mismos factores mencionados anteriormente de oferta monetaria, tipos de cambio, factores de demanda y de costos aplican en la dirección opuesta, ya que ocasionan una disminución resultante de los precios” (AACE International Education Board, 2007).

Otros aspectos que se deben tener en cuenta en un proyecto son los impactos gubernamentales en los costos, ya que las acciones de las unidades gubernamentales pueden generar un gasto significativo en las empresas. En algunos casos, los efectos sobre los costos de las unidades son directos, como en los impuestos, pero en otros casos, como en las reglamentaciones gubernamentales que requieren o prohíben determinadas acciones los efectos suelen ser más difíciles de medir (AACE International Education Board, 2007).

En cuanto a los impactos gubernamentales, en países como Colombia los impuestos suelen ser los que más generan costos en un proyecto, estos adoptan muchas formas (AACE International Education Board, 2007). En el caso específico del país en mención, algunos de los principales impuestos al año 2021 son los siguientes: el Impuesto Sobre la Renta que es del 32%, el Impuesto de Industria y Comercio que oscila entre 0,2% y 1,4% de los ingresos de la compañía, el impuesto a la tasa financiera que es del 0.4% por operación y el Impuesto Predial que se encuentra entre 0,5% al 1,6% (Invest in colombia, 2020). Todos estos tipos de contribución juegan un papel importante para los gobiernos de los distintos países, ya que ellos se mantienen con mayor frecuencia mediante los impuestos que imponen (AACE International Education Board, 2007). Según el AACE en el caso de los tributos como los impuestos sobre las ventas, la empresa simplemente actúa como recaudador de impuestos para el gobierno,



agregando este sobre las ventas y cobrándolo a los clientes, mientras otras cargas, como los impuestos sobre la renta, impactan directamente a la empresa en términos de rentabilidad, ya que gravan los ingresos netos de la misma.

Por otro lado, para este trabajo de grado es importante tener en cuenta que el dinero tiene un valor en el tiempo, dado que el dinero es un activo valioso y a que la gente está dispuesta a pagar para tenerlo disponible para su uso. En estos casos “cuando las consecuencias monetarias de un evento ocurren durante un período de tiempo sustancial, generalmente hay un costo asociado con el uso del dinero llamado interés” (AACE International Education Board, 2007).

Uno de los objetivos del modelo es ayudar al analista a tomar la decisión de si avanzar o no de la fase 1 (prefactibilidad – ingeniería conceptual), a la fase 2 (factibilidad – ingeniería básica) de un proyecto de construcción, basado en los datos de entrada los cuales pueden ser verificados en el capítulo 12 del presente trabajo de grado. Es decir, el analista tendrá la posibilidad de elegir si avanzar o no entre fases con la ayuda de un modelo teórico, basado en la caja en el presente que puede obtener según el monto de dinero que esté dispuesto a invertir. Es aquí donde se hace necesario definir el concepto de inversión. “El término inversión se refiere al acto de postergar el beneficio inmediato del bien invertido, por la promesa de un beneficio futuro más o menos probable. Una inversión es una cantidad limitada de dinero que se pone a disposición de terceros, de una empresa o de un conjunto de acciones, con la finalidad de que se incremente con las ganancias que genere ese proyecto empresarial” (BBVA, 2018).

Precisamente en la toma de decisión respecto de avanzar o no a la siguiente fase del proyecto, las técnicas de análisis económico juegan un papel importante, ya que apoyan el proceso de la toma de decisiones dentro de la industria de la construcción, que se enfrenta con frecuencia a la necesidad de seleccionar entre múltiples alternativas de proyectos. Este proceso

se puede simplificar si se logran cuantificar las alternativas objetivamente e igualar en algún valor numérico, como el dinero. Además, todo este proceso hace parte del análisis de ingeniería que ayuda en la solución de los problemas en donde los aspectos económicos dominan durante un período de tiempo considerable (AACE International Education Board, 2007).

Durante los análisis económicos que se realizan en las diferentes etapas de un proyecto, se deben tener en cuenta las técnicas de análisis disponibles para permitir las mejores elecciones entre alternativas en competencia, en donde se busca finalmente elegir la alternativa con el mayor rendimiento. Uno de los métodos más comúnmente utilizados para analizar los rendimientos de opciones y alternativas es el del valor presente neto, método que según la AACE necesita una base común al comparar alternativas, éstas alternativas normalmente tendrán diferentes costos y beneficios durante el período de análisis. El método del valor presente neto proporciona la plataforma para resolver alternativas en valores presentes equivalentes.

Finalmente es necesario dejar claro que para el desarrollo de este trabajo es importante la coherencia y comprensión de la terminología utilizada para clasificar las estimaciones, ya que “las clasificaciones de estimaciones se utilizan comúnmente para indicar la madurez y la calidad general de los diversos tipos de estimaciones que pueden prepararse” (AACE International Education Board, 2007). Aunque como aclara la AACE, la mayoría de las organizaciones utilizan algún tipo de sistema de clasificación propio para identificar y categorizar los diversos tipos de estimaciones de proyectos durante el ciclo de vida de este, la Asociación Americana de Ingeniería de Costos identifica cinco clases de estimaciones genéricas, las cuales han sido tomadas como referencia para indicarle al analista que esté usando el modelo teórico Q2R con cuál de estas debe estimar los datos de entrada. En la siguiente tabla se utilizan cinco características para distinguir una clase de estimación de la otra.

**Tabla 4.** *Clasificación genérica de la estimación de costos.*

CLASE DE ESTIMACIÓN	CARACTERÍSTICA PRIMARIA	CARACTERÍSTICAS SECUNDARIAS			
	Nivel de definición del proyecto (% de la definición completada)	Uso final (Propósito de la estimación)	Metodología (Método de estimación típica)	Rango de precisión esperado (Rango relativo, siendo 1 el mejor índice)	Esfuerzo para la preparación (Grado típico de esfuerzo, siendo 1 el índice de menor esfuerzo en relación con el costo)
CLASE 5	De 0% a 2%	Proyección de viabilidad	Estocástico o juicio de expertos	De 4 a 20	1
CLASE 4	De 1% a 15%	Estudio de concepto o viabilidad	Principalmente estocástico	De 3 a 12	De 2 a 4
CLASE 3	De 10% a 40%	Presupuesto, autorización o control.	Una mezcla, aunque principalmente estocástico	De 2 a 6	De 3 a 10
CLASE 2	De 30% a 70%	Control u oferta/licitación	Principalmente determinístico	De 1 a 3	De 5 a 20
CLASE 1	De 50% a 100%	Consultar presupuesto u oferta/licitación	Determinístico	1	De 10 a 100

*Nota. Elaboración propia, con información tomada de (AACE International Education Board, 2007).*

Teniendo en cuenta la tabla anterior y de acuerdo con el nivel de detalle en el que se deben encontrar los proyectos a analizar en el modelo teórico Q2R (preinversión), se considera que las estimaciones de los datos a ingresar en el modelo se clasifican en la clase 4, esto considerando que el proyecto debe estar en un nivel de definición entre el 1 % y el 15%.

Finalmente, es importante resaltar que los conceptos desarrollados en este marco conceptual ayudaron en la identificación de las necesidades más importantes para los proyectos de construcción de viviendas NO VIS ambiental y económicamente sostenibles, y sirvieron como apoyo a la hora de determinar las siguientes variables de entrada requeridas para el correcto funcionamiento del modelo: “ajuste valor en ventas cambio de año”, “porcentaje

honorarios de ventas”, “porcentaje inversión en publicidad”, “porcentaje de cuota inicial”, “valor construir m2 vendible”, “tiempo de ejecución”, “porcentaje imprevistos construcción”, “porcentaje postventas (teórico)”, “porcentaje total diseños”, “porcentaje seguros” y “porcentaje gastos legales”. Las variables anteriormente mencionadas serán presentadas y explicadas en el capítulo 12, tal como lo indica el objetivo general número 3 que se ha planteado en el presente trabajo de grado.

## 8 | MODELOS Y TECNICAS DE ESTIMACIÓN DE COSTOS

Con el fin de dar cumplimiento a los objetivos específicos 1 y 2 planteados, en el presente capítulo se identifican, analizan y definen los tipos de modelos generales, en donde se selecciona el más apropiado para el modelo Q2R y se caracteriza. Además, también se selecciona la técnica más viable a la hora de estimar los datos que serán calculados e ingresados al modelo propuesto por parte del analista. Todo lo anterior buscando definir las características principales del modelo Q2R.

Por lo anterior en este capítulo se presentan los diferentes modelos y técnicas de estimación que se pueden utilizar en cualquier tipo de proyecto.

### 8.1 Tipos de modelos.

Es importante tener claro que “un modelo puede definirse como una abstracción de la realidad” (Eppen, 2000) el mismo autor define tres tipos de modelos, que se explican a continuación:

- **Modelos físicos o iconicos:** se define como modelo físico cuando la realidad es representada físicamente, permitiendo entonces ver la obra materializada sin necesidad de construirla. Estos modelos pueden describir también fenómenos o procesos físicos, pero lo hacen de manera interpretativa (Rolleri, 2013). Un ejemplo, es el desarrollo de una

maqueta a escala la cual permite ver una representación del producto final y hacer cambios sin representar una gran inversión.

- **Modelos análogos:** se define como modelo análogo cuando la realidad es representada en un medio diferente a través de las relaciones entre sus componentes, de tal manera que es posible entenderla sin necesidad de tenerla enfrente. Estos se construyen mediante un conjunto de arreglos que sintetizan y agrupan propiedades del objeto real para facilitar la interpretación de las mismas (**Felicísimo, 2013**). Por ejemplo, el mapa entre dos puntos geográficos que permite ver al observador la topografía del terreno y además trazar su ruta ideal sin estar allí.
- **Modelos simbólicos o matematicos:** se define como modelo simbólico o matematico cuando la realidad es abstracta y se representa a través de variables que se relacionan entre si matemáticamente, permitiendo de esta manera obtener resultados analizables. Aquí se representan por medio de formulas matematicas variables de decisión, parametros, restricciones y relaciones que nos permiten describir y analizar el comportamiento del sistema que se esté evaluando (**Coca, 2011**). Un ejemplo de esto es “la representación de un edificio mediante la identificación y codificación de una estructura geometrica de sus elementos basicos. El modelo así construido permite la aplicación de algoritmos para, por ejemplo la estimación de esfuerzo a los que está sometidos” (**Felicísimo, 2013**).

De acuerdo a las características y definiciones anteriormente expuestas, los modelos físicos y analogos no aplican para el desarrollo del modelo Q2R, en el primer caso, debido a que el Q2R no es un modelo físico por lo que no permite ver la obra materializada. En el caso de los modelos analogos, tampoco aplica ya que el modelo

desarrollado en este trabajo de grado no representa la realidad en ningún medio. Por lo tanto, se selecciona el modelo simbólico o matemático, ya que por medio de este se pretende representar de manera numérica el comportamiento de un proyecto de construcción de vivienda ambiental y económicamente sostenible en la ciudad de Bogotá, durante la fase 1 de la etapa de prefactibilidad.

## **8.2 Caracterización del modelo seleccionado.**

Teniendo en cuenta que el modelo Q2R fue definido como un modelo simbólico – matemático (rango en el que se encuentran una gran variedad de modelos como por ejemplo los matemáticos – financieros) y que existen diversos tipos de estos modelos, a continuación se presentan los que se consideran más relevantes para el presente trabajo de grado, de acuerdo con la información contenida en el libro *Modelos Financieros para la toma de decisiones: principios y métodos* del autor Donald R. Moscato y a la autora Paula Nicole Roldan en su publicación *Modelo Matemático*:

### **8.2.1 Según su propósito**

- **Experimental:** es aquel que sirve para cuantificar el efecto de las hipótesis que se hacen acerca de una situación específica, la hipótesis se introduce en el modelo asignándole valores y este a su vez entrega un resultado basado en la información suministrada, para apoyar así en la toma de decisiones.
- **Exploratorio:** es utilizado para cuantificar el efecto que los cambios en los parámetros iniciales producirán en la situación actual, es importante aclarar que los cambios deben incluirse uno a uno para así poder determinar el impacto real que este produce sobre el resultado.

- De pronóstico: son modelos que tienen como finalidad estimar el valor futuro de los resultados de acuerdo con las variables incluidas, según los planes y políticas de la empresa.

Es importante decir que estos modelos pueden trabajar de manera conjunta para apoyar la toma de decisiones de inversión. El desarrollo del modelo Q2R se elaborará bajo el modelo pronóstico – exploratorio, ya que este permitirá la inclusión de variables y presentará los valores futuros en el presente para su interpretación, además una vez sea diligenciado el modelo este podrá ser usado como un modelo exploratorio ya que cuenta con la capacidad de recalculiar el resultado basado en las variables incluidas de manera independiente. Por otro lado, el modelo Q2R no considera el modelo experimental, ya que este no tiene como finalidad cuantificar el efecto de una hipótesis.

### **8.2.2 *Según la forma de cuantificar***

- Determinístico: en este modelo las variables de entrada reciben valores subjetivos, de acuerdo con los supuestos considerados, esto quiere decir que cada vez que se corre el modelo se supone que se conoce con certeza el valor asignado a cada una de las variables, este tipo de modelo facilita su cuantificación y ejecución, pero no tiene en cuenta las incertidumbres.
- Probabilístico: en este tipo de modelo las variables toman valores de acuerdo con la distribución probabilística asignada, por esta razón cada vez que el modelo es ejecutado las variables tendrán valores distintos y aleatorios, este a diferencia del anterior tiene en cuenta la probabilidad de ocurrencia.

En el desarrollo del modelo Q2R se considerará que este es un modelo determinístico ya que los datos deben ser ingresados por el analista de acuerdo con sus cálculos o datos conocidos

de la organización para la cual trabaja y se asume que los resultados obtenidos son producto de estas variables consideradas verdaderas. No se considera el probabilístico ya que en el modelo Q2R no se les asignan a las variables una distribución probabilística.

### **8.2.3 Según el grado de detalle**

- Explicativos: se desarrollan para llevar a cabo un concepto teórico, por lo tanto, incluyen supuestos y restricciones que los hacen bastante simples.
- Aplicativos: estos se desarrollan para ser aplicados en la realidad, por esta razón incluyen detalles y un alto número de variables y condiciones que los hacen complejos.

El modelo Q2R se considera que es un modelo explicativo ya que parte de datos teóricos, incluye supuestos y restricciones y fue desarrollado de tal manera que sea fácil de usar. Por otro lado, el modelo no se considera aplicativo, por lo que no cuenta con un alto número de variables y detalles del proceso constructivo.

### **8.2.4 Según tipo de representación**

- Cualitativos o conceptuales: estos realizan un análisis de la calidad o la directriz de un fenómeno sin calcular un valor exacto.
- Cuantitativos o numérico: aquí los resultados obtenidos tienen un valor concreto el cual contiene un cierto significado, este valor puede ser exacto o relativo.

El modelo Q2R entregará al analista unos valores numéricos relativos con un significado que el analista puede interpretar, por lo anterior este modelo no será cualitativo, si no, cuantitativo.

### **8.2.5 Según su aplicación u objetivo**

- Simulación o descriptivo: estos simulan o describen un fenómeno o escenario. Por lo anterior los resultados se enfocan a predecir qué sucederá en una determinada situación.



- Optimización: estos se utilizan para encontrar una solución óptima a una situación o problema específico.
- De control: estos buscan mantener el control de una organización o sistema y determinar las variables que deben ajustarse para obtener los resultados necesarios.

El modelo Q2R no se considera de optimización ni de control, ya que este simulará un escenario de acuerdo a las variables que el analista ingresará, por tal razón este modelo se enfocará en predecir qué sucederá en la situación que se le plantee, por lo que se convierte en un modelo de simulación o descriptivo.

De acuerdo al análisis de las características de los modelos simbólicos o matemáticos realizada en el presente capítulo, se obtiene la caracterización del modelo teórico Q2R, la cual se ilustra claramente en la siguiente tabla:

**Tabla 5.** Caracterización del modelo teórico Q2R.

Caracterización de los modelos simbólicos o matemáticos		Caracterización del modelo teórico Q2R
Según su propósito	Experimental	
	Exploratorio	<b>X</b>
	De pronóstico	<b>X</b>
Según la forma de cuantificar	Determinístico	<b>X</b>
	Probabilístico	
Según el grado de detalle	Explicativos	<b>X</b>
	Aplicativos	
Según tipo de representación	Cualitativos o conceptuales	
	Cuantitativos o numérico	<b>X</b>
Según su aplicación u objetivo	Simulación o descriptivo	<b>X</b>
	Optimización	
	De control	

*Nota. Elaboración propia.*

Tal como lo ilustra la tabla anterior el modelo teórico Q2R de acuerdo a sus características es un modelo matemático exploratorio, de pronóstico, determinístico, explicativo, cuantitativo y de simulación.

### **8.3 Técnica de estimación a utilizar por parte del analista**

Para la estimación de costos en proyectos existen varias técnicas que pueden ser aplicadas por los analistas, para el modelo Q2R se considera que se debe utilizar una técnica perteneciente a la metodología de estimación conceptual, teniendo en cuenta que según la AACE estos métodos se utilizan normalmente para estimaciones de clase 5 y clase 4 (recordando que los datos para alimentar el modelo Q2R deben ser de esta clase). Esta metodología “proporciona una técnica relativamente rápida para determinar el costo probable - aproximado de un proyecto sin el beneficio de una definición detallada del alcance” (AACE International Education Board, 2007). Dentro de las técnicas que abarca la metodología de estimación conceptual, se considera que la estimación paramétrica es la más apropiada para que el analista determine los datos de las variables de entrada al modelo Q2R, la cual se explica a continuación:

Estimación paramétrica: esta técnica utiliza parámetros y datos de proyectos anteriores para estimar los costos en relación con las variables (entendiendo que cada proyecto es particular y específico).

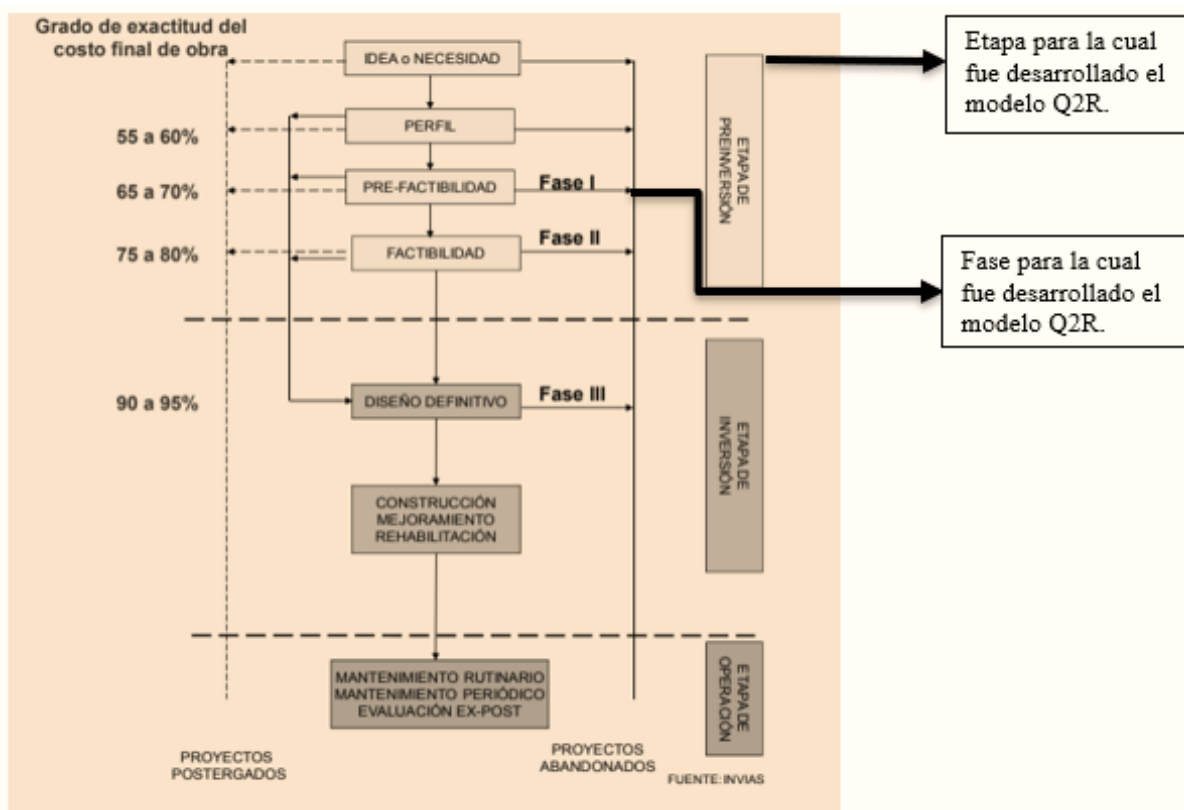
Para que el analista pueda obtener del modelo Q2R los datos de salida adecuados, debe estimar algunas de las variables de entrada utilizando la estimación paramétrica y tomando como parámetro los datos históricos de los proyectos similares desarrollados por su organización (las variables que el analista debe calcular son explicadas detalladamente en el capítulo 12). Por lo anterior, es necesario que el analista cuente con experiencia en el sector de la construcción y este debe contar con una base de datos de mínimo un proyecto similar al analizado.

## **9 ETAPAS Y FASES DE LOS PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN**

En este capítulo, se analizan las etapas de los proyectos y se definen las fases de un proyecto de construcción de vivienda sostenible en la ciudad de Bogotá, identificando la etapa y la fase

especifica en la que se podría utilizar el modelo teórico Q2R. La siguiente figura explica el ciclo de maduración de un proyecto de construcción que aplica a un proyecto de vivienda, en donde se detallan las etapas, las fases y el grado de exactitud de las mismas y se presentan en cuales de estas es aplicable el modelo teórico.

**Figura 3.** Ciclo de maduración de un proyecto de vivienda



*Nota. Imagen adaptada de (Marín, 2010).*

A continuación, en los capítulos 9 se explicarán cada una de las etapas y las fases ilustradas en la anterior figura, especificando la etapa y la fase para la cual ha sido desarrollado el modelo teórico Q2R.

### 9.1 Definición de las etapas de un proyecto de construcción

Todo proyecto de infraestructura tiene tres etapas definidas, las cuales son:

- Etapa de preinversión: la preinversión consiste en realizar la ideación del proyecto, analizar la formulación y la evaluación del mismo, además de realizar los estudios y los diseños preliminares de la infraestructura con el objetivo de propiciar una asignación de los recursos en la forma más eficiente posible (**Camara Colombiana de la Infraestructura, 2016**). En esta etapa se realiza la formulación del proyecto y la evaluación Ex ante que incluye la evaluación financiera, económica y social. Aquí el grado de exactitud de la información final del proyecto, varía entre el 55% y el 80% (**Marín, 2010**).
- Etapa de inversión: la inversión consiste en realizar el diseño definitivo del proyecto y poner en marcha la ejecución del mismo conforme a los parámetros aprobados durante la ingeniería de detalle (Estudios y Diseños Definitivos), (**Marín, 2010**). En esta etapa se realiza la ejecución física y financiera del proyecto y el seguimiento de indicadores de producto y gestión, (**Camara Colombiana de la Infraestructura, 2016**).
- Etapa de operación: la operación consiste en la puesta en marcha de la obra, generando beneficios a través del bien o servicio generado. En esta etapa se realiza el mantenimiento rutinario y periódico de la obra (**Camara Colombiana de la Infraestructura, 2016**).
- Etapa de Evaluación Ex Post: la evaluación ex post consiste en realizar el análisis de impacto en el largo plazo del bien o servicio generado (**Camara Colombiana de la Infraestructura, 2016**).

De las cuatro etapas mencionadas anteriormente, en la etapa de preinversión es donde se debe utilizar el modelo teórico Q2R desarrollado en este trabajo de grado, ya que este cuenta con la capacidad de modelar los flujos de efectivo a lo largo del tiempo y entregar como resultado una caja en el presente teórica que será utilizada como insumo en la evaluación financiera, para

la toma de decisiones respecto a la continuación o no del proyecto analizado, por tal razón el modelo Q2R no debe ser usado en las etapas de inversión, operación y evaluación ex post.

## 9.2 Definición de las fases de ingeniería de un proyecto de construcción

A continuación, se explica de forma detallada las fases de un proyecto de construcción en la etapa de preinversión e inversión, considerando que en etapa de preinversión es donde se debe utilizar el modelo Q2R para determinar la viabilidad financiera del proyecto.

- Fase 1. Prefactibilidad – ingeniería conceptual: según la Camara Colombiana de la Infraestructura, en esta fase se debe realizar el prediseño aproximado del proyecto presentando alternativas, además también se debe realizar la evaluación económica preliminar recurriendo a costos obtenidos en proyectos con condiciones similares, utilizando modelos de simulación como el Q2R. Esta fase tiene un grado de exactitud del costo final de la obra que oscila entre el 65% y el 70% y su objetivo es surtir el proceso para establecer la alternativa de trazado que a este nivel satisface en mayor medida los requisitos técnicos y financieros (**Camara Colombiana de la Infraestructura, 2016**).

Los componentes de esta fase son: los estudio de los aspectos generales del entorno socio-económico, el estudio técnico (Escala mínima 1:50.000), el estudio económico, la evaluación financiera y las conclusiones de la etapa de prefactibilidad (**Marín, 2010**).

- Fase 2. Factibilidad – ingeniería básica: según la Camara Colombiana de la Infraestructura, en esta fase se debe diseñar el proyecto y efectuar la evaluación económica final. Esta fase tiene por finalidad establecer si el proyecto es factible para su ejecución, considerando todos los aspectos relacionados con el mismo. El

grado de exactitud del costo final de la obra oscila entre el 75% y el 85% (**Camara Colombiana de la Infraestructura, 2016**).

Los componentes de esta fase son: el estudio de mercado, el estudio técnico-operativo (Escala mínima 1:10.000), la administración y gerencia del proyecto, la evaluación financiera, la evaluación socio-económica y las conclusiones de la etapa (**Marín, 2010**).

- Fase 3. Estudios y diseños definitivos – ingeniería de detalle: según la Camara Colombiana de la Infraestructura, en esta fase se deben elaborar los diseños detallados tanto geométricos como de todas las estructuras y obras que se requieran, de tal forma que un constructor pueda materializar el proyecto. Esta fase tiene un grado de exactitud del costo final de la obra que oscila entre el 90% y el 95% y su objetivo es diseñar todos sus componentes de tal manera que se pueda dar inicio a su construcción (**Camara Colombiana de la Infraestructura, 2016**).

Los componentes de esta fase son: la ingeniería del proyecto (Escala de precisión mínima 1:2.000), el plan de ejecución y la organización administrativa necesaria para adelantar el proyecto, el presupuesto de costos del proyecto, tanto para la ejecución, como para la operación y la documentación necesaria para adelantar la licitación de las obras (**Marín, 2010**).

De las tres fases mencionadas anteriormete, la fase 1 de prefactibilidad - ingenieria conceptual es donde se debe utilizar el modelo teórico desarrollado en este trabajo de grado, más específicamente durante la evaluación financiera del proyecto, ya que los datos requeridos por el modelo Q2R para modelar los flujos tiene un grado de incertidumbre que oscila entre el 30% y el 35% tal como lo explica la Camara Colombiana de la Infraestructura.

## 10 MARCO LEGAL

Aunque el tema de proyectos de construcción sostenible es relativamente nuevo en Colombia, se cuenta con un marco legal bien estructurado y fundamentado por parte de los diferentes entes gubernamentales como el Ministerio del ambiente y desarrollo sostenible y las distintas corporaciones autónomas de cada región. En este capítulo se presenta de manera general el marco legal para el desarrollo de los proyectos de construcción, incluidos los proyectos de vivienda NO VIS ambiental y económicamente sostenibles en la ciudad de Bogotá, aquí se considerarán los aspectos legales más importantes que cobijan y reglamentan este tipo de construcciones, los cuales buscan generar el menor impacto ambiental durante su construcción y operación.

La reducción del impacto ambiental en el proceso constructivo es una necesidad mundial y nacional, ya que en Colombia se estima que cada metro cuadrado de construcción de vivienda generará un total de 1,9 toneladas de dióxido de carbono a lo largo de su vida útil, esto, sin considerar la gran cantidad de gases generados por la explotación de los materiales requeridos para su construcción, ya que se calcula que el 60% de los materiales naturales explotados en el planeta tierra se utilizan en la industria de la construcción (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible , 2012).

En Colombia la necesidad de la reducción del impacto ambiental es aún mayor, ya que como se mencionó anteriormente según CAMACOL la industria de la construcción es responsable del 3,6% del PIB (producto interno bruto) en el país; es por esta razón, que se considera importante reglamentar el sector para continuar con su explotación, con el objetivo de seguir generando empleo y bienestar para la población del país, sin embargo, es importante

resaltar que este sector es también responsable de una gran cantidad de problemas medioambientales en la actualidad.

Por todo lo anterior, el Ministerio del ambiente y desarrollo sostenible presenta una guía llamada ‘Criterios ambientales para el diseño y construcción de vivienda urbana’, (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012) sector en la cual se centra este trabajo de grado. En ella, se pueden conocer todos los criterios requeridos por el gobierno nacional para la planeación y ejecución de este tipo de vivienda, además, de los puntos que deben tener en cuenta las personas que los desarrollan y que son requisito para la aplicación de las distintas certificaciones de construcción sostenible, ver anexo 7.

La guía puede ser aplicada a los procesos constructivos de viviendas NO VIS ambiental y económicamente sostenibles en la ciudad de Bogotá, pero su uso no es obligatorio, aunque en este trabajo se recomienda su aplicación, ya que con ella los arquitectos e ingenieros podrán realizar el correcto diseño de una vivienda ambientalmente sostenible que opte a una certificación internacional.

Además de la guía, la normativa ambiental nacional cobra especial importancia en los procesos constructivos en general, en donde el decreto único 1076 del 2015 es el más importante, puesto que por medio de este se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, el cual aplica también para los proyectos de construcciones de viviendas NO VIS ambiental y económicamente sostenibles en la ciudad de Bogotá. Este decreto recopila la información contenida en las siguientes leyes, decretos y acuerdos:

- Ley 09 de 1979: expedida por el Congreso de Colombia, el cual contiene el Código Sanitario Nacional, el título I de la Protección del Medio Ambiente, los artículos 14 y 48



sobre vertimientos y emisiones atmosféricas y el título III de Salud Ocupacional y Seguridad Industrial.

- Ley 1252 de 2008: expedida por el Congreso de Colombia, por medio de la cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental, referentes a los residuos, desechos peligrosos y otras disposiciones.
- Acuerdo No. 15 de 2000: expedida por el MINAMBIENTE (Ministerio de Medio Ambiente y desarrollo sostenible), por medio del cual se fija la meta de reducción de la carga contaminante por vertimientos puntuales en las cuencas de la jurisdicción de la Corporación.
- Acuerdo No. 43 de 2006: expedida por el MINAMBIENTE, por medio del cual se establecen los objetivos de calidad del agua para la cuenca del río Bogotá a lograr en el año 2020.
- Decreto 2041 de 2014: Expedido por el MINAMBIENTE, el cual fue acogido por el Decreto 1076 de 2015 y a través del cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales.

En el año 2018 entró en circulación el decreto número 050 a través del cual se modifica parcialmente el Decreto 1076 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible en relación con los Consejos Ambientales Regionales de las Macrocuencas (CARMAC), el Ordenamiento del Recurso Hídrico y Vertimientos y se dictan otras disposiciones. Sin embargo esta modificación no impide que el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, siga siendo aplicable a los proyectos tratados en este trabajo de grado.

Por otro lado, cabe resaltar que Colombia ha adquirido compromisos buscando disminuir la huella ecológica de la nación en el transcurso del tiempo, ya que adoptó el Convenio de Diversidad Biológica de la Cumbre de Río de Janeiro en La Ley 165 de 1994, y la Convención sobre Cambio Climático del 9 de mayo de 1992 en la Ley 629 del 2000. De esta forma, se han buscado suplir los compromisos derivados de los Objetivos de Desarrollo del Milenio y la Cumbre de Desarrollo Sostenible de Johannesburgo con la reorientación de la política ambiental nacional, garantizando el desarrollo sostenible y la contribución a la reducción de la pobreza.

Gracias a estas cumbres mundiales surge un concepto más amplio de vivienda definido por las Naciones Unidas, como “la integración de atributos concernientes a los componentes casa y entorno”, (Hábitat y desarrollo humano es una publicación del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, el Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos, 2004) donde se incluyen aspectos no sólo de la infraestructura sino también de las características que responden a las particularidades culturales, espaciales, históricas y temporales, condicionando los atributos que determinan la calidad habitacional y permiten dar satisfacción a las necesidades humanas, considerando que en los distintos territorios se cuentan con personas de gustos y necesidades particulares que requieren de una atención individual.

### **10.1 Incentivos para construcciones sostenibles en Colombia**

Considerando lo explicado anteriormente y como complemento, a continuación, se presenta de forma detallada, los incentivos que el Gobierno de Colombia otorga actualmente a las construcciones sostenibles desarrolladas en el territorio nacional, derivados de los compromisos adquiridos en las cumbres mundiales, los cuales son aplicables a los proyectos de construcción de vivienda NO VIS ambiental y económicamente sostenibles en la ciudad objeto de estudio.

### ***10.1.1 Ley 1715 de 2014***

La cual busca promover el desarrollo y la utilización de fuentes no convencionales de generación de energía, principalmente aquellas de carácter renovable.

- Artículo 13: Las personas naturales o jurídicas que a partir de la vigencia de la presente ley sean titulares de nuevas inversiones en nuevos proyectos gozarán de exención del pago de los derechos arancelarios de importación de maquinarias, equipos, materiales e insumos destinados exclusivamente para labores de preinversión y de inversión de proyectos con dichas fuentes. Este beneficio arancelario será aplicable y recaerá sobre maquinarias, equipos, materiales e insumos que no sean producidos por la industria nacional y su único medio de adquisición esté sujeto a la importación de estos.

### ***10.1.2 Decreto 1285 de 2015***

El cual tiene por objetivo establecer lineamientos de construcción sostenible para edificaciones, teniendo como premisa el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes y considerando la responsabilidad ambiental y social.

En lo relacionado con las medidas para el ahorro del agua y energía en edificaciones se presentan las siguientes consideraciones:

- a) Porcentajes obligatorios de ahorro de agua y energía.
  - b) Promoción de incentivos a nivel local para la construcción sostenible.
- Artículo 2.2.7.1.4: El gobierno promoverá que los municipios y distritos, establezcan incentivos para la implementación de medidas de construcciones sostenibles.

### ***10.1.3 Consejo nacional de política económica y social (COMPES) 3919***

Teniendo en cuenta la importancia del sector de la construcción en la economía colombiana, pero a su vez el impacto que ocasiona en el medio ambiente el gobierno pretende

mediante este documento incluir criterios de sostenibilidad dentro del ciclo de vida de los proyectos, haciendo seguimiento y control a las iniciativas de las compañías y creando incentivos que aceleren el cumplimiento de esta meta con un horizonte al año 2025.

En la siguiente tabla se presentan los incentivos que actualmente aplican para la construcción de viviendas sostenibles y que fueron presentados en el COMPES 3919.

**Tabla 6.** *Incentivos para la construcción de viviendas sostenibles.*

INCENTIVOS	APLICACIÓN ACTUAL
Exenciones tributarias	Son incentivos tributarios temporales otorgables a las viviendas nuevas que se ajusten a criterios de la matriz de evaluación de construcción sostenible del Manual Municipal de Construcción Sostenible, incluidos aquellos que superen los niveles de ahorro obligatorios de agua y energía, en este se otorgan deducciones porcentuales sobre el impuesto de delimitación urbana y el impuesto predial unificado. Los incentivos se otorgan por 10 años según el grado de cumplimiento de las condiciones o categorías de construcción sostenible
Exclusión del IVA	Este incentivo se aplica en el marco de lo contenido en el Estatuto Tributario y las reglamentaciones derivadas de la expedición del Plan de Acción Indicativo del PROURE 2017-2022. Está orientado a promover algunas medidas pasivas en la construcción de edificaciones que se encuentren en proceso de obtener alguna certificación energética o ambiental, nacional o internacional (aplica para proyectos VIS o VIP).
Tasas preferenciales	Actualmente, Bancolombia(a) ofrece un tipo de crédito blando que funciona así: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. El constructor presenta al banco la documentación en donde se evidencia el proceso de certificación de sostenibilidad para el proyecto.</li> <li>2. En caso de no tener certificación, el comité de evaluación de la dirección de sostenibilidad del banco hace la revisión.</li> <li>3. Se otorgan tasas preferenciales para los proyectos sostenibles.</li> </ol>
Reducción en el tiempo de trámites	Este incentivo consiste en la disminución de tiempo en trámites de licencias de construcción, urbanismo y ambientales a proyectos que implementen estrategias de construcción sostenible. Cuenta con un sistema de puntaje por categorías para acceder a los reconocimientos de sostenibilidad.
Aumento en la edificabilidad	Este incentivo consiste en aumentar la edificabilidad de los proyectos a cambio de la inclusión de criterios de sostenibilidad en los mismos por parte del constructor. Actualmente, está siendo implementado en Bogotá para predios en tratamiento de desarrollo, sobre vías arteriales principales, y que cuenten con más de seis pisos de altura. Aplica únicamente para proyectos VIS o VIP.

*Nota. Elaboración propia con información de COMPES 2018.*

En la anterior tabla se mencionan los incentivos que otorga el gobierno de Colombia a los proyectos constructivos sostenibles que se desarrollan dentro del territorio nacional, algunos son temporales como las exenciones tributarias y otros permanentes para el proyecto como las tasas preferenciales por algunos de los bancos y la exclusión del IVA. Algunos de estos incentivos pueden llegar a influir en las características físicas y funcionales del proyecto, como lo es el

aumento en la edificabilidad de los proyectos. Aunque de los incentivos mencionados en la tabla anterior solo tres de los cinco son aplicables a los proyectos de construcción de vivienda NO VIS ambientalmente sostenibles en la ciudad de Bogotá, como son: las extensiones tributarias, la reducción en el tiempo de trámites y las tasas preferenciales, estas últimas fueron incluidas en el modelo Q2R para definir la prefactibilidad de los proyectos a los que se hacen referencia en este trabajo de grado. En contraste la exclusión del IVA y el Aumento en la edificabilidad no aplican ya que estos incentivos son solo para proyectos VIS o VIP.

## **11 DISEÑO METODOLÓGICO**

El objetivo de este capítulo es mostrar al lector la metodología utilizada para el desarrollo del trabajo de grado y la pregunta de investigación, además de explicar detalladamente las fases usadas para cumplir con el propósito del documento.

La metodología usada para la construcción de la investigación y el desarrollo de un “Modelo Teórico para determinar la prefactibilidad de Proyectos de Construcción de Viviendas NO VIS Ambiental y Económicamente Sostenible en la Ciudad de Bogotá”, fue de tipo inductivo con enfoque cualitativo, un tipo de método de investigación de base lingüístico – semiótico. “Se suele considerar técnicas cualitativas todas aquellas distintas a la encuesta y al experimento. Es decir, entrevistas abiertas, grupos de discusión o técnicas de observación y observación participante” (Vasilachis de Gialdino, 2006).

Por medio de entrevistas estructuradas a gerentes de empresas pequeñas y medianas con información de fácil acceso fue posible recolectar una muestra más amplia de sus necesidades. Asimismo, se incluyeron aportes conceptuales y discursivos de coordinadores de proyectos de empresas grandes del sector, que, mediante entrevistas y encuestas aportaron información sobre este tipo de compañías.

De igual forma, las entrevistas y recolección de información fueron complementadas con la lectura de documentos, leyes e investigaciones del sector, con el fin de obtener la mayor cantidad de datos para el desarrollo de un modelo mucho más elaborado.

Bajo esta línea de ideas, el objetivo del trabajo es obtener un resultado general a partir de varias conclusiones particulares obtenidas en la recolección de los datos descritos anteriormente. Es por esto, que se concluyó el usar un método inductivo, mediante el cual, “se observa, estudia y conoce las características genéricas o comunes que se reflejan en un conjunto de realidades para elaborar una propuesta o ley científica de índole general” (Abreu, 2014).

### **11.1 METODOLOGÍA**

Con el fin de lograr una recolección de datos óptima para el desarrollo del Modelo para Construcciones Ambientalmente Sostenibles y realizar una comprobación adecuada del producto del trabajo de grado, se propone un enfoque cuantitativo-propositivo pues “el enfoque cuantitativo se parte de identificar un problema científico, y a seguidas una revisión de la literatura afín al tema, con la que se construye un marco teórico referencial” (Vista Acerca de los enfoques cuantitativo y cualitativo en la investigación educativa cubana actual (umcc.cu)); basado en esto, se realizará una investigación de los modelos de costos disponibles y los tipos de estimación de costos para la construcción del marco teórico del trabajo de grado. Se propone realizar el tipo de investigación descriptiva, pues basado en los documentos resultantes del estado del arte, la realización del marco teórico y la verificación de expertos, se pretende realizar una propuesta de modelo que puede servir como guía para la valuación de proyectos de construcción sostenible, sin ahondar en las causas del desarrollo de proyectos de construcción y la realización de modelos sin tener en cuenta variables sostenibles.

Debido a la necesidad que se tiene en la búsqueda de información, y que para la propuesta de trabajo de grado fuera consciente de la dificultad que podría surgir en la consulta de los modelos de costos por la sensibilidad de esta información, se propone realizar búsquedas en fuentes de información primarias, es decir, realizar encuestas a expertos (verificación de expertos) y entrevistas informales a los gerentes o coordinadores de proyectos, que tengan experiencia en construcciones de vivienda sostenible y experiencia en la realización de estimaciones y creación de modelos.

Es importante resaltar, que una vez construido el modelo que será el resultado de la edificación del marco teórico, será muy importante verificar el modelo con los expertos, pues ayudarán a recolectar información adicional para afinar y corregir situaciones de uso, aclaraciones en la documentación y problemas que hayan surgido en la formulación de las hojas de Excel del producto del trabajo de grado.

Para dar más claridad a lo que se quiere lograr con la metodología propuesta anteriormente, se dividió la metodología en las siguientes fases:

#### ***11.1.1 Fase 1: Estado del arte***

El objetivo de esta fase es establecer mediante la recolección del estado del arte, una idea sólida que permita desarrollar una investigación con fundamentos y estudios técnicos en los proyectos de construcción sostenible.

##### **Actividades:**

- Selección de las bases de datos y motores de búsqueda: A continuación, se presenta una tabla donde se detalla cada uno de los motores de búsquedas utilizados y el tipo de documentos que se obtuvieron en cada uno de los casos.

**Tabla 7. Motores de Búsqueda**

NOMBRE DEL MOTOR DE BÚSQUEDA	IDIOMA	TIPO DE DOCUMENTO	PAGO		ENLACE
			SI	NO	
Repositorio ECI	ES	Trabajos de grado y artículos		X	<a href="https://repositorio.escuelaing.edu.co/">https://repositorio.escuelaing.edu.co/</a>
Google Académico	ES-IN	Artículos, libros, trabajos de grado, revistas	X	X	<a href="https://scholar.google.es/schhp?hl=es">https://scholar.google.es/schhp?hl=es</a>
SCOPUS	IN	Artículos, libros, trabajos de grado, revistas		X	<a href="https://www.scopus.com/home.uri">https://www.scopus.com/home.uri</a>
SCIELO	ES-IN	Artículos y trabajos de grado.		X	<a href="https://scielo.org/es/">https://scielo.org/es/</a>
MANGLAR UNINORTE	ES	Artículos.		X	<a href="https://manglar.uninorte.edu.co/">https://manglar.uninorte.edu.co/</a>
Repositorio UNAL	ES	Artículos.		X	<a href="https://repositorio.unal.edu.co/">https://repositorio.unal.edu.co/</a>

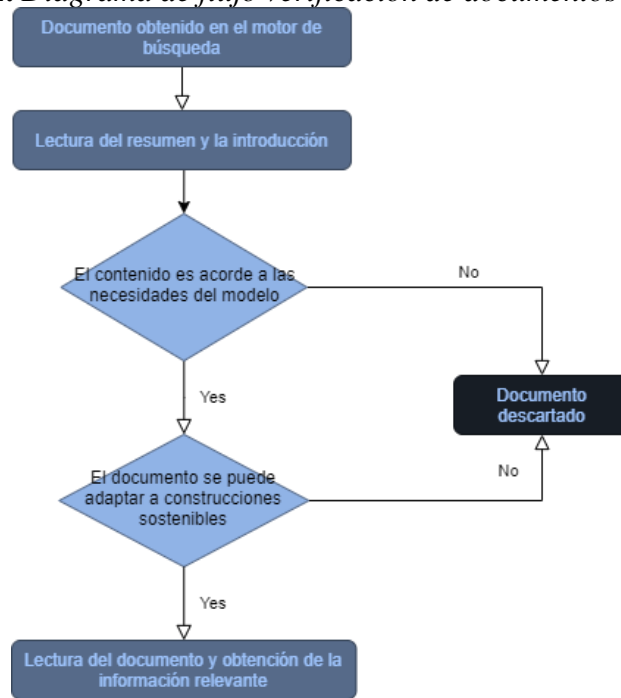
*Nota. Elaboración propia.*

Como se puede observar en la anterior tabla, todos los motores de búsqueda fueron no pagos y los idiomas fueron el inglés y el español, varios de ellos son motores de búsquedas de universidades nacionales como la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, la Universidad del Norte y la Universidad Nacional.

- Identificación de las palabras claves: Para garantizar la búsqueda del contenido correcto y enfocado hacia el resultado que se quería obtener, se usaron las siguientes palabras claves: modelos, construcción, sostenible, Bogotá, ambiental y vivienda.
- Selección de un gestor bibliográfico: Por recomendación de la universidad se usó Mendeley como gestor bibliográfico, el cual permite hacer inserción de la bibliografía directamente en Word.
- Verificación de los artículos resultantes y filtrado de la información: Para poder saber si el artículo, trabajo de grado, libro o revista contaba con la información necesaria y base teórica pertinente para realizar el modelo, se realizó una lectura completa de introducción y resumen. Si el contenido era satisfactorio, pasaba a la siguiente etapa de lo contrario era descartado, como se observa en el siguiente diagrama de flujo:



**Figura 4.** Diagrama de flujo verificación de documentos



*Nota. Elaboración propia.*

La figura anterior explica en un diagrama de flujo el proceso de verificación de los documentos, en donde se tuvieron dos criterios de selección: 1) el contenido fuese acorde a las necesidades del modelo; 2) que el documento se pudiese adaptar a las construcciones sostenibles.

**Productos y resultados importantes de la fase 1:** A continuación, se presenta una tabla resumen del estado del arte para el desarrollo de un Modelo de Costos Teórico para la Valuación de Proyectos de Construcción de Viviendas Ambiental y Económicamente Sostenible en la Ciudad de Bogotá.

**Tabla 8. Documentos obtenidos del estado del arte**

NOMBRE DEL DOCUMENTO	ENLACE
Cost Estimating and Assessment Guide.	N/A
Acerca de los enfoques cuantitativo y cualitativo en la investigación educativa cubana actual.	<a href="http://atenas.umcc.cu/index.php/atenas/article/view/194/364">http://atenas.umcc.cu/index.php/atenas/article/view/194/364</a>
Sostenibilidad: Actualidad y necesidad en el sector de la construcción en Colombia. <i>Gestión y Ambiente</i> , volumen 15 (Número 1).	<a href="https://revistas.unal.edu.co">https://revistas.unal.edu.co</a>
<i>Sustainable Project Management: The GPM Reference Guide</i> . United States of America: GPM Global.	N/A
La Vivienda a Través del Tiempo.	<a href="https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/9816/71745275_2012_6.pdf?sequence=3&amp;isAllowed=y">https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/9816/71745275_2012_6.pdf?sequence=3&amp;isAllowed=y</a>
Criterios Ambientales Para el Diseño y Construcción de Vivienda Urbana.	<a href="https://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/Sello_ambiental_colombiano/cartilla_criterios_amb_diseno_construc.pdf">https://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/Sello_ambiental_colombiano/cartilla_criterios_amb_diseno_construc.pdf</a>
Skills & Knowledge of Cost Engineering Fifth Edition.	N/A
Caso de negocio LEED en Latinoamerica	<a href="https://www.cccs.org.co/wp/download/caso-de-negocio-leed-latinoamerica/?wpdm=24728&amp;refresh=609986c6a73371620674246">https://www.cccs.org.co/wp/download/caso-de-negocio-leed-latinoamerica/?wpdm=24728&amp;refresh=609986c6a73371620674246</a>
PREINVERSIÓN EN PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA	<a href="https://infraestructura.org.co/bibliotecas/VPT/PREINVERSION%20EN%20PROYECTOS%20DE%20INFRAESTRUCTURA%20(JULIO%202016).pdf">https://infraestructura.org.co/bibliotecas/VPT/PREINVERSION%20EN%20PROYECTOS%20DE%20INFRAESTRUCTURA%20(JULIO%202016).pdf</a>
MADURACIÓN DE PROYECTOS	<a href="https://infraestructura.org.co/memoriaseventos/debateobraspublicas/JORGE%20ALBERTO%20MARIN%20MADURACION%20DE%20PROYECTOS.pdf">https://infraestructura.org.co/memoriaseventos/debateobraspublicas/JORGE%20ALBERTO%20MARIN%20MADURACION%20DE%20PROYECTOS.pdf</a>

*Nota. Elaboración propia.*

Como se observa en la tabla anterior los documentos seleccionados en el estado del arte en su mayoría están relacionados con la estimación de costos, la sostenibilidad, los proyectos sostenibles, la evolución de la vivienda y los criterios ambientales para los procesos constructivos, los cuales, son importantes para el desarrollo del marco teórico, el marco legal y la base fundamental y conceptual de todo el trabajo de grado. Es por esto, que la consulta de estos documentos y el resto de la bibliografía usada en el presente trabajo de grado, da el sustento para el desarrollo del modelo Q2R presentado.

### 11.1.2 Fase 2: Identificación de los proyectos de construcción sostenible

En esta fase se identificó que las construcciones en el mercado cuentan con certificados vigentes de construcción sostenible LEED y EDGE. Esto se aclara, porque en muchas ocasiones los proyectos son vendidos como sostenibles y se retira la certificación una vez entregada el proyecto.

#### Actividades:

- Consulta en bases de datos de proyectos de construcción sostenible en la ciudad de Bogotá.
- Identificación de proyectos sostenibles de fácil contacto: Debido a la falta de proyectos de construcción sostenible con certificación LEED y EDGE en la ciudad de Bogotá, no fue posible discriminar los proyectos por fácil contacto como era el objetivo de este punto.

**Productos y resultados importantes de la fase 2:** En la siguiente tabla son descritos estos criterios y sus resultados.

**Tabla 9.** *Proyectos de vivienda sostenible en Bogotá*

NOMBRE COMERCIAL DEL PROYECTO	TIPO DE PROYECTO	ESTRATO	AHORRO DE ENERGÍA	AHORRO DE AGUA	CERTIFICACIÓN	
					LEED	EDGE
72 HUB	NO VIS	4	N/R	N/R	X	
KUBIK VIRREY I Y II	NO VIS	6	50%	60%	X	
ORBBA 130	NO VIS	5	24%	24%		X
MIRADOR DEL JABOQUE	VIS	3	32%	35%		X
ACERETO	NO VIS	4	28%	42%		X
TÊKTO MUSEO	NO VIS	3	21%	38%		X
ARRECIFE 106	NO VIS	5	22%	32%		X
127 LIVING	VIS	4	24%	26%		X

*Nota. Elaboración propia.*

La tabla anterior muestra ocho proyectos identificados en la ciudad de Bogotá con algún tipo de certificación de sostenibilidad ambiental, de los cuales seis son NO VIS y tan solo dos son VIS.

También se puede observar que la certificación de sostenibilidad ambiental que predomina en Bogotá es la EDGE, que las otorga CAMACOL. En el caso de los ahorros de energía, estos oscilan entre el 21% y el 50%, mientras que los ahorros de agua están entre el 24% y el 60%.

### ***11.1.3 Fase 3: Consulta de los modelos financieros y técnicas de estimación de costos***

El objetivo de esta fase era realizar una consulta de los modelos financieros y las técnicas de estimación de costos que existen actualmente en el mercado y que son utilizados en el área de la construcción, con el fin de encontrar el modelo financiero más acorde a las necesidades del trabajo de grado y guiar al lector sobre la técnica de estimación de costos adecuada para el uso del modelo producto del trabajo de grado. Es importante resaltar que la técnica de estimación de costos es una sugerencia que hacen los desarrolladores del modelo Q2R para el ingreso de los datos iniciales, sin embargo, hallar estos datos dependerá en su totalidad del criterio del analista que este usando el modelo propuesto en este trabajo de grado.

#### **Actividades:**

- Consulta de los tipos de modelos financieros.
- Consulta de la clasificación de modelos financieros.
- Consulta de las técnicas de estimación de costos.

#### **Productos y resultados importantes de la fase 3:**

- Como resultados importantes de la fase se pueden encontrar los resultados mostrados en las siguientes tablas:

**Tabla 10.** *Tipos de modelos financieros*

<b>TIPOS DE MODELOS FINANCIEROS</b>
Modelos físicos
Modelos análogos
Modelos simbólicos

*Nota. Elaboración propia.*

Estos modelos fueron utilizados para contextualizar el producto del presente trabajo de grado y definir qué tipo de modelo financiero es el más adecuado para Q2R. Las definiciones de cada uno de estos se pueden observar en el capítulo 8.1.

**Tabla 11.** *Clasificación de los modelos financieros*

CLASIFICACIÓN DE LOS MODELOS FINANCIEROS	
Modelos según su propósito	Modelo experimental
	Modelo exploratorio
	Modelo de pronóstico
Modelos según la forma de cuantificar	Modelo determinístico
	Modelo probabilístico
Modelos según el grado de detalle	Modelos explicativos
	Modelos aplicativos

*Nota. Elaboración propia.*

El desarrollo del modelo Q2R se elaborará bajo el modelo pronóstico – exploratorio, considerando además que el modelo Q2R es determinístico y explicativo tal como se expone en el capítulo 8.2.

#### **11.1.4 Fase 4: Consulta de las fases y etapas de un proyecto**

Una vez consultados los modelos financieros y las técnicas de estimación de costos fue necesario acotar la fase (prefactibilidad) y la etapa (preinversión – ingeniería conceptual) en la que se iba a desarrollar el modelo Q2R, por esta razón, fue necesario realizar una consulta de las fases y etapas que tienen los proyectos de construcción de viviendas NO VIS en la ciudad de Bogotá.

##### **Actividades:**

- Consulta de las fases de un proyecto de construcción de vivienda NO VIS.
- Consulta de las etapas de un proyecto de construcción de vivienda.

**Productos y resultados importantes de la fase 4:** Como resultados importantes de la fase 4 se obtuvieron las fases y etapas de un proyecto de construcción de vivienda y se definió que, para el objetivo del proyecto del trabajo de grado, que busca solucionar la pregunta de

investigación y cumplir con el alcance planteado, es necesario limitar el alcance del modelo Q2R a la etapa de preinversión, más específicamente dentro de la fase I de prefactibilidad – ingeniería conceptual, tal como se explica en el capítulo 9.

#### ***11.1.5 Fase 5: Consulta de las leyes y decretos que apliquen a las construcciones sostenibles en la ciudad de Bogotá.***

El objetivo de esta fase era obtener las leyes y decretos que aplican a los proyectos de construcción sostenible en la ciudad de Bogotá y que nos permitieran obtener información de alivios financieros, ventajas adicionales o incentivos que se le pudieran aplicar a una construcción sostenible y que permitieran la inclusión de variables únicas a la construcción del modelo Q2R.

##### **Actividades:**

- Consulta de las leyes y decretos aplicables a las construcciones de viviendas sostenibles en la ciudad de Bogotá.

**Productos y resultados importantes de la fase 5:** Como producto de esta fase se desarrolló el marco legal del presente trabajo de grado y se incluyeron los alivios financieros aplicados a los proyectos de construcción de vivienda sostenible en el modelo Q2R.

#### ***11.1.6 Fase 6: Desarrollo del modelo Q2R***

Con la documentación, experiencias y datos recolectados en las fases anteriores, se realizó un modelo que logrará plasmar los costos adicionales, asuntos legales y certificaciones disponibles en el mercado de la construcción de viviendas sostenibles en la ciudad de Bogotá, así como, los costos que comúnmente se encuentran en los proyectos de construcción de vivienda.

##### **Actividades:**

A continuación, se enuncian las actividades desarrolladas para la construcción del modelo, no obstante, el resultado de estas puede ser consultadas en el anexo 2, donde es posible encontrar toda la documentación relacionada con el desarrollo del modelo Q2R.

- Análisis en profundidad de los datos recolectados en las fases anteriores.
- Estructuración del modelo en Microsoft en Excel.
- Generación de la guía de uso o manual de usuario y relaciones requeridas para su funcionamiento.
- Recolección de opiniones, recomendaciones y verificación de expertos.
- Ajustes finales.

**Productos y resultados importantes de la fase 6: Modelo Q2R.**

#### ***11.1.7 Fase 7: Verificación de expertos.***

Una vez desarrollado el modelo Q2R con la información recolectada en las fases precedentes, es necesario realizar una verificación con encuestas a expertos en temas de construcción de vivienda sostenible. Con la información y las recomendaciones que realicen los expertos consultados en esta fase, se realizarán correcciones en la documentación y la construcción del modelo para lograr la mayor satisfacción en el productor del trabajo de grado.

#### **Actividades:**

- Se realizó el diseño de la encuesta para la verificación de expertos.
- Se preparó la encuesta realizando, en su gran mayoría, preguntas de selección múltiple para optimizar el entendimiento y minimizar el tiempo de respuesta de las encuestas, también, se incluyó dentro del diseño un espacio para que los expertos realicen recomendaciones adicionales que pudieran encontrar dentro de la documentación y las

pruebas realizadas dentro en el modelo Q2R y que no estuvieran incluidos dentro de las preguntas de selección múltiple.

- Se planteó la realización de una encuesta que validara las preguntas realizadas y que ayudara a ratificar el cuestionario que se le iba a enviar a los expertos para la recolección de su opinión.
- Correcciones sugeridas resultantes de la verificación de las preguntas de la encuesta del modelo Q2R.
- Envío de la encuesta a los expertos para su validación.
- Recolección y análisis de los datos resultantes de la verificación de expertos.
- Corrección o mejora del Modelo Q2R basado en las sugerencias reiterativas recolectadas de las encuestas realizadas.

**Productos y resultados importantes de la fase 7:** Resultados de la verificación de los expertos; Modelo Q2R ajustado de acuerdo con las sugerencias realizadas por los expertos y al alcance del mismo (fase 1 de prefactibilidad – ingeniería conceptual).

#### ***11.1.8 Fase 8: Comparación Proyecto Tradicional Vs Proyecto Ambientalmente Sostenible.***

Debido a las limitaciones al obtener información de los modelos de costos de proyectos de construcción de vivienda en la ciudad de Bogotá y con el objetivo de validar si un proyecto de construcción sostenible era viable respecto a uno tradicional, se realizó un análisis comparativo entre un proyecto tradicional de estrato 4 con el mismo proyecto, pero transformándolo en uno ambientalmente sostenible. Esto se logró removiendo las variables adicionales que tiene el modelo Q2R para construcciones sostenibles, como, por ejemplo, los alivios financieros que dan los bancos a las construcciones amigables con el medio ambiente.



**Actividades:**

- Uso del modelo Q2R con las variables obtenidas de la fuente anónima para un proyecto de construcción de vivienda estrato 4 en la ciudad de Bogotá.
- Adaptación del mismo proyecto (remoción de las variables ambientales) del modelo Q2R para construcciones de vivienda tradicionales.
- Comparación de los resultados obtenidos en ambos casos.
- Conclusiones del ejercicio.

**Productos y resultados importantes de la fase 8:** Resultados y conclusiones del análisis comparativo entre un proyecto de construcción de vivienda estrato 4 en la ciudad de Bogotá tradicional vs el ambientalmente sostenible. Estas, pueden ser consultadas en el capítulo 13.3.

## **12 MODELO TEÓRICO PARA DETERMINAR LA PREFACTIBILIDAD DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS NO VIS AMBIENTAL Y ECONÓMICAMENTE SOSTENIBLE EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ (Q2R)**

En el siguiente capítulo se muestra la forma en la que se debe diligenciar e interpretar el modelo producto del presente trabajo de grado (modelo Q2R), además se determinan las variables requeridas y los aspectos fundamentales que se deben tener en cuenta para determinar la viabilidad financiera de un proyecto de construcción de vivienda NO VIS ambiental y económicamente sostenible en la ciudad de Bogotá, lo anterior, buscando cumplir con los objetivos específicos número 3 y 4, adicionalmente en el anexo 2, se explica la operatividad del modelo y la forma en la que este fue construido. El modelo entrega como resultado costos, gastos y el valor de las ventas teóricas, de la diferencia de estos datos se obtiene el valor de caja presente que se puede entender como el beneficio económico teórico que obtendrá la empresa o la persona que desea continuar con la fase de factibilidad del proyecto analizado en el proyecto.

El modelo teórico busca determinar la prefactibilidad económica de los proyectos de construcciones sostenibles en la ciudad de Bogotá, este fue desarrollado en el programa Microsoft Excel y puede ser consultado en el anexo 1 que lleva por nombre “MODELO Q2R (documento en Excel)”, mediante el cual es posible procesar los datos ingresados y realizar las operaciones aritméticas requeridas para la obtención de los resultados esperados, además, tiene la ventaja de ser una herramienta conocida por los profesionales que se desempeñan en la industria de la construcción.

El modelo teórico Q2R, fue concebido para ser utilizado en la etapa de preinversión de proyectos de construcción de viviendas NO VIS ambiental y económicamente sostenibles en la ciudad de Bogotá, ya que esta herramienta contiene los costos y beneficios asociados a los proyectos de construcción sostenibles, tales como, los costos de las certificaciones seleccionadas, el aumento al costo directo de construcción y los beneficios a las tasas de interés otorgados por algunos bancos en el país a este tipo de construcciones. Lo anterior con el fin de verificar de forma rápida si un proyecto de este tipo es atractivo en términos de beneficios económicos para el analista y así entonces, decidir si continuar o no con la etapa de inversión.

Finalmente, para una mejor comprensión del modelo Q2R, se explica la operatividad de este detalladamente en el anexo 2 de este trabajo de grado. La forma en la que fue concebido el modelo, sus parámetros y las funciones que cumple se explican detalladamente a continuación.

## **12.1 GENERALIDADES Y/O RESTRICCIONES**

A continuación se presentan las generalidades y/o restricciones consideradas para el desarrollo del modelo teórico Q2R:

- En el modelo teórico se considera que la empresa o persona que está analizando el proyecto cuenta con los recursos para la adquisición del lote, por tal motivo no se genera ningún tipo de crédito para la compra de este.
- Por decisión de los desarrolladores del modelo teórico, este cuenta con un número máximo de 10 cuotas posibles para pagar el lote, el cual se estima suficiente para cancelar el mismo. En este caso el analista podrá seleccionar un número de cuotas menor o igual a diez.
- El modelo cuenta con un horizonte de tiempo de 96 meses (8 años), de acuerdo con la experiencia de los autores y los resultados del juicio de expertos este tiempo es suficiente para formular, evaluar, ejecutar y entregar un proyecto de construcción de vivienda, lo anterior no impide que el proyecto analizado tenga un tiempo menor, si los proyectos son más cortos en término de meses las casillas quedarán en blanco y no afectarán el resultado del análisis.
- El modelo Q2R fue desarrollado para la construcción de viviendas sostenibles NO VIS en la ciudad de Bogotá - Colombia, sin embargo, puede ser utilizado en cualquier ciudad del territorio nacional puesto que las consideraciones en temas de tasas de interés e impuestos a pagar cobijan la totalidad del país.
- El modelo Q2R se desarrolló en pesos colombianos, razón por la cual solo podrá ser usado en esta moneda.
- El modelo Q2R cuenta con datos actualizados al año 2021, esto para las tasas de interés de los bancos que financian este tipo de proyectos (los autores dejan la casilla desbloqueada para que este dato sea cambiado por el analista), y al corte del año 2020 para los porcentajes de aumentos en valor de los lotes en la ciudad.

- El modelo Q2R se desarrolló para evaluar proyectos de construcción de vivienda sostenible NO VIS, ya que dentro del desarrollo del trabajo de grado se concluye que la única forma de garantizar la validación por parte de las firmas certificadoras, será teniendo el control total de los materiales utilizados, especialmente en los acabados. Cabe añadir, que los proyectos VIS tienen consideraciones distintas que no se contemplaron, como por ejemplo devoluciones de un porcentaje del IVA en los materiales utilizados en la construcción.
- Antes de comenzar a interactuar con el modelo el analista debe considerar que se encuentra en el mes 1 (uno) del horizonte de tiempo del proyecto, esto para que las fórmulas que calculan los valores en el presente funcionen correctamente.
- Las únicas casillas que deben ser modificadas son las que llevan por título “Valor” y están rellenas de color verde claro.
- Las casillas de color verde oscuro **no deben ser modificadas** (estas casillas se encuentran bloqueadas para la comodidad del analista), puesto que tomarán como datos de entrada los valores suministrados por el analista.
- Todas las casillas cuentan con el formato requerido, por tal razón, los datos solo se deben escribir. Por ejemplo, cuando se habla de una casilla porcentual se debe escribir 5 para indicar el 5% y no 0.05; de igual forma con los formatos de moneda y números.
- La modelación de los créditos funciona de la siguiente manera para el modelo teórico Q2R: se genera un cupo de crédito por el valor necesario para construir el proyecto (valor calculado por el modelo) que desembolsa dinero cada seis meses, lo anterior con el fin de generar la menor cantidad de intereses posible.
- Todos los números ingresados al modelo Q2R deben ser positivos.

- El modelo Q2R considera que las ventas son lineales y que cuando finalice la construcción no quedará inventario, es por esto que para el ejercicio todas las viviendas deben ser vendidas antes de entregar la primera. Análisis subsiguientes pueden considerar ventas diferenciales en cada uno de los periodos evaluados, los cuales deben ser modelados en las etapas posteriores de un proceso de construcción, con las condiciones específicas de cada una de estas, tal como se explicó en el capítulo 9 del presente trabajo de grado.
- El modelo teórico Q2R requiere que las personas que lo utilicen tengan habilidades y conocimientos en el sector de la construcción (en este caso, la construcción de viviendas), esto teniendo en cuenta que el conocimiento de las distintas variables consideradas ayuda al entendimiento y la interpretación de los datos de salida arrojados por el modelo, basándose en las experiencias profesionales reales.
- El modelo teórico Q2R no requiere realizar presupuestos detallados del proyecto dado que este tipo de presupuesto se realiza en la fase de estudios y diseños definitivos – ingeniería de detalle, además tiene un alto costo económico y requiere de un tiempo de trabajo considerable, esto dependiendo de la complejidad de este.

## **12.2 VARIABLES DE ENTRADAS CONSIDERADAS**

De acuerdo a la información presentada en el marco conceptual las variables consideradas para el desarrollo del modelo Q2R serán aquellas asociadas al costo del lote, costos directos e indirectos de construcción, el valor teórico de ventas y datos característicos del proyecto como, metros cuadrados, número de unidades y tamaño de estas (en metros cuadrados), además, considerando que el modelo es específico para proyectos ambientalmente sostenibles se adicionaron las variables correspondientes a este tipo de proyectos tales como la financiación

(tasas preferenciales), los costos de certificación y el aumento en el valor de construcción que se puede generar por diferentes motivos, dependiendo en su mayoría de los aspectos arquitectónicos del proyecto y lo asociado a la cadena de abastecimiento, como por ejemplo: el aumento en el costo de la ventanearía, compra de paneles solares, redes adicionales de recirculación de agua, materiales comprados producidos localmente, y cualquier otra mejora que los arquitectos del proyecto encuentren en pro de la sostenibilidad, que dependerá de los diseños presentados a la firma certificadora basado en los niveles de ahorros requeridos.

### **12.3 DATOS DEL MODELO Q2R**

Los datos presentados en cada una de las tablas que se observan a continuación, corresponden a un proyecto real de vivienda NO VIS, desarrollado por una constructora de la ciudad de Bogotá Colombia en una zona estrato 4, el detalle del proyecto, así como el nombre de la empresa que lo desarrolló, deberán permanecer en reserva.

Cuando el modelo Q2R sea utilizado por cualquier otro analista, todos los datos de entrada deberán ser determinados por este y la calidad de los datos de salida, dependerán de la calidad de los datos ingresados por el profesional, por tal razón se recomienda al momento de utilizar el modelo teórico Q2R tener en cuenta las observaciones mencionadas en los capítulos 8.3 y 12.1 del presente documento, así como en el anexo 2 (Operatividad del modelo).

#### ***12.3.1 Datos de entrada***

El modelo cuenta con una pestaña llamada “Datos de entrada” en la cual se deben ingresar todos los datos con los cuales va a interactuar el mismo.

Figura 5. Presentación pestaña datos de entrada del modelo Q2R

MODELO TEÓRICO PARA DETERMINAR LA PROFECTIVIDAD DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS NO VIS AMBIENTAL Y ECONÓMICAMENTE SOSTENIBLE EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ (Q2R)			
VENTAS		GESTIÓN	
ITEM	VALOR	ITEM	VALOR
Valor de venta en el presente \$m2	\$ 5,070,443.50	Mes inicio de diseños	2
Mes inicio de ventas	30	Porcentaje total diseños	1%
Número de viviendas	230	Mes inicio gestión del proyecto	1
¿Cuenta con un flujo de ventas detallado?	NO	Porcentaje total honorarios de gestión	3%
Dímetro de ventas (teórico) (mes)	5	Porcentaje impuestos (Colombia) (Lanz)	30%
Porcentaje de correcta ritmo de ventas	100%	Porcentaje seguros	0.35%
Ritmo de ventas ajustado	15	Valor instalación servicios públicos pól	\$ 2,000,000.00
Meses de venta	15	Porcentaje gastos legales	0%
Área comando	72.21		
Ajuste valor en ventas (mes)	0.58%		
Porcentaje honorarios de ventas	3.00%		
Porcentaje inversión en publicidad	1.00%		
Meses cuota inicial	24		
Porcentaje cuota inicial	30%		
COSTO DEL LOTE		DATOS FINANCIACIÓN	
ITEM	VALOR	ITEM	VALOR
Costo del lote (negociado)	\$ 15,977,635,623.01	Banco con el que desea financiar	DAVIVIENDA
Mes inicio de pagos	1	Porcentaje a pagar del crédito durante	0%
Número de cuotas (pago del lote)	5	Rendimientos fiduciarios EA (anual)	3%
Periodicidad del pago (en meses)	5	<b>Rendimientos fiduciarios (mens)</b>	<b>0.247%</b>
Mes de recepción del lote	3		
Porcentaje gastos lote (anual)	0.50%		
<b>Porcentaje gastos lote mensual</b>	<b>0.04%</b>		
Aumento en valor de tierra (anual)	12.00%		
<b>Aumento en valor de tierra por mes</b>	<b>0.95%</b>		
CONSTRUCCIÓN		DATOS GENERALES	
ITEM	VALOR	ITEM	CANTIDAD
Valor construído \$m2 vendible	\$ 2,032,403.72	Costo de oportunidad inversionista EA	10%
Contempla costos de construir sosteniblemente	NO	<b>Costo de oportunidad inversión</b>	<b>0.797%</b>
<b>Valor construir sosteniblemente m2</b>	<b>\$ 2,080,266.83</b>	Tipo de certificación	EDSE
Tiempo de ejecución	43	Porcentaje de caja esperado	10%
Mes inicio de construcción	11		
Porcentaje PD (anual)	16%		
Porcentaje impuestos construcción	1.00%		
Porcentaje posventas (teórico)	1.00%		
Meses de posventas	14		
<b>Porcentaje tiempo de ejecución mo</b>	<b>10%</b>		
<b>Porcentaje tiempo de ejecución Est</b>	<b>30%</b>		
<b>Porcentaje tiempo de ejecución Ob</b>	<b>25%</b>		
<b>Porcentaje tiempo de ejecución Ac</b>	<b>35%</b>		
<b>Comprobación tiempo de ejecución</b>	<b>CUMPLE</b>		
Porcentaje costo excavación sótano	4%		
Porcentaje costo estructura y cimentación	55%		
Porcentaje costo obra gris	23%		
Porcentaje costo acabados	18%		
<b>Comprobación costo de construcción</b>	<b>CUMPLE</b>		
Excavación	\$ 1,321,301,395.07		
Estructura y cimentación	\$ 10,176,144,182.19		
Obra gris	\$ 7,600,933,021.64		
Acabados	\$ 5,340,556,277.01		

Q2R

Datos de entrada | Ventas proyectadas | Resumen | Flujo de ventas | Lote | Cuotas iniciales | **Parametros** | Flujo construcción | Certificación | Honorarios del proyecto | Davivienda | Bancolombia

Nota. Elaboración propia.

Como se observa en la figura anterior, los datos deben ser ingresados en las casillas de color verde claro.

### 12.3.2 Datos de ventas

Teniendo en cuenta lo explicado en el marco conceptual acerca de los análisis de ventas, se ha incluido en la pestaña “Datos de entrada” una tabla que lleva por título “Ventas”, en esta se deben ingresar todos los datos teóricos de la forma en la que se venderán los apartamentos. A continuación, se presenta la tabla en mención:

**Tabla 12.** *Datos de ventas del modelo Q2R*

VENTAS	
ITEM	VALOR
Valor de venta en el presente \$/m <sup>2</sup>	\$ 5,010,449.90
Mes inicio de ventas	10
Número de viviendas	220
¿Cuenta con un flujo de ventas detallado?	<b>NO</b>
Ritmo de ventas teórico (mes)	15
Porcentaje de certeza ritmo de ventas	100%
<b>Ritmo de ventas ajustado</b>	<b>15</b>
<b>Meses de venta</b>	<b>15</b>
Área promedio	72.21
Ajuste valor en ventas (mes)	0.50%
Porcentaje honorarios de ventas	3.00%
Porcentaje inversión en publicidad	1.00%
Meses cuota inicial	24
Porcentaje cuota inicial	30%

*Nota. Elaboración propia.*

A continuación, se explican los datos que contiene la tabla anterior:

- La casilla que lleva por nombre “Valor de venta en el presente m<sup>2</sup>” corresponde al valor al que se espera vender el metro cuadrado de vivienda en el proyecto a analizar, de acuerdo con el estudio de los aspectos generales del entorno socioeconómico realizado en la fase de prefactibilidad - ingeniería conceptual.
- La casilla que lleva por nombre “Mes de inicio de ventas” corresponde al mes en el que se espera comenzar con las ventas del proyecto.
- La casilla que lleva por nombre “Número de viviendas” corresponde al número total de viviendas con el que va a contar el proyecto analizado.
- La casilla que lleva por nombre “¿Cuenta con un flujo de ventas detallado?” presenta la posibilidad de elegir entre “SI” o “NO”, esta pregunta se formula considerando que el analista puede contar con flujos reales o detallados de proyectos anteriores. Con el fin de eliminar la linealidad en el flujo de ventas se permite al analista elegir “SI” y escribir el número de unidades a vender en cada uno de los periodos en la hoja que lleva por nombre



“Ventas proyectadas”. Si el analista elige “NO”, el flujo será modelado de manera lineal basado en los datos ingresados.

- La casilla que lleva por nombre “Ritmo de ventas teórico (mes)” hace referencia al número de unidades teóricas que se venderán mes a mes. En el caso específico de la fase 1 de prefactibilidad - ingeniería conceptual, se trabaja con escenarios ideales y lineales, ya que en las fases más avanzadas como la fase 2 de factibilidad – ingeniería básica y la fase 3 de estudios y diseños definitivos – ingeniería de detalle, son en las que se podrían incluir ciclos específicos en el análisis.
- La casilla que lleva por nombre “Porcentaje de certeza ritmo de ventas” hace referencia a que tan seguro del ritmo de ventas se está, basados en el detalle del estudio de los aspectos generales del entorno socioeconómico realizados en la fase 1 (Prefactibilidad – ingeniería conceptual).
- La casilla que lleva por nombre “Ritmo de ventas ajustado” corresponde al ajuste realizado al ritmo de ventas tomando como base el porcentaje de certeza indicado.
- La casilla que lleva por nombre “Meses de venta” calcula el tiempo en meses que tomará la venta de la totalidad del proyecto utilizando los datos ingresados anteriormente.
- La casilla que lleva por nombre “Área promedio” corresponde a los metros cuadrados que en promedio tendrá la vivienda, esto quiere decir que si se tienen varios tipos de viviendas se debe calcular el área promedio, dividiendo el número total de metros cuadrados de vivienda construido entre el número de viviendas.
- La casilla que lleva por nombre “Ajuste valor en ventas (mes)” corresponde al aumento porcentual mensual del valor de ventas calculado por el analista, tomando como base los

datos históricos de sus construcciones similares. Si este valor no se puede estimar, se recomienda utilizar el porcentaje de la inflación del mes inmediatamente anterior.

- La casilla que lleva por nombre “Porcentaje honorarios de ventas” corresponde al valor porcentual que se calcula pagar a los vendedores del proyecto, tomando como base los datos históricos pagados a los promotores de ventas en proyectos similares anteriormente desarrollados.
- La casilla que lleva por nombre “Porcentaje inversión en publicidad” corresponde al porcentaje de las ventas que se estima invertir en la publicidad del proyecto, tomando como referencia los valores en publicidad invertidos en proyectos similares anteriormente desarrollados.
- La casilla que lleva por nombre “Meses cuota inicial” corresponde a la cantidad de meses considerados como cuota inicial para la venta de las viviendas a partir del primer mes de estas y teniendo en cuenta la fecha fin de la construcción.
- La casilla que lleva por nombre “Porcentaje cuota inicial” corresponde al valor porcentual que se espera recaudar como cuota inicial para el proyecto y que apoyará el flujo de caja a lo largo del mismo, tomando como base los porcentajes considerados en los proyectos similares ya desarrollados y el estudio de los aspectos generales del entorno socioeconómico realizados en la Fase 1.

Con estos datos se indica al modelo la información con la que se analizarán los flujos de caja para las ventas y los correspondientes ajustes a los valores mensualmente.

**Figura 6. Pestaña ventas proyectadas**

MES	MES INICIO/FIN	UNIDADES	COMPROBACIÓN
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10		5	
11		4	
12		18	
13		20	
14		30	
15		60	
16		10	
17		10	
18		10	
19		10	
20		10	
21		10	
22		10	
23		10	
24		3	
25			
26			
27			
28			
29			

Datos de entrada **Ventas proyectadas** Resumen Flujo de ventas Lote Cuotas iniciales Parametros Flujo construcción Certificación Honorarios del proyecto Davivienda Bancolombia

*Nota. Elaboración propia.*

En la imagen anterior se presenta la hoja “Ventas proyectadas”, en la cual el analista podrá ingresar los datos obtenidos para modelar su flujo de ventas específico.

### 12.3.3 Datos de los costos del lote

En la pestaña “Datos de entrada” se encuentra la segunda tabla que lleva por título “Costo del lote” en esta se deben ingresar todos los datos correspondientes a los costos del lote y los gastos que este requiere, los cuales corresponden a costos indirectos del proyecto (según lo explicado en el marco conceptual). A continuación, se presenta la tabla costos del lote:

**Tabla 13. Costos del lote del modelo Q2R**

COSTO DEL LOTE	
ITEM	VALOR
Costo del lote (negociado)	\$ 15,978,655,623.01
Mes inicio de pagos	1
Numero de cuotas (pago del lote)	5
Periodicidad del pago (en meses)	5
Mes de recepción del lote	3
Porcentaje gastos lote (anual)	0.50%
<b>Porcentaje gastos lote mensual</b>	<b>0.04%</b>
Aumento en valor de tierra por año	12.00%
<b>Aumento en valor de tierra por mes</b>	<b>0.95%</b>

*Nota. Elaboración propia.*

A continuación, se presenta la explicación de cada uno de los datos que contiene esta tabla:

- La casilla que lleva por nombre “Costo del lote” hace referencia al valor en pesos al que se va a comprar el lote en el presente.
- La casilla que lleva por nombre “Mes inicio de pagos” hace referencia al mes en el cual se pagará la primera cuota del lote dentro del horizonte de tiempo del proyecto, lo anterior de acuerdo con la negociación llevada a cabo con el propietario de este.
- La casilla que lleva por nombre “Número de cuotas (pago del lote)” hace referencia al número de cuotas pactado con el propietario del lote para el pago de este.
- La casilla que lleva por nombre “Periodicidad del pago (en meses)” corresponde al plazo en meses que existe entre cada una de las cuotas pactadas.
- La casilla que lleva por nombre “Mes de recepción del lote” hace referencia al mes en el cual se recibirá el lote. En caso de que ya se tenga el lote donde se va a realizar el proyecto, se debe escribir 1 (mes de inicio del proyecto) en esta casilla.
- La casilla que lleva por nombre “Porcentaje gastos lote anual” corresponde a los gastos estimados que el lote representa para el proyecto. Por ejemplo, vigilancia, mantenimiento, servicios públicos e impuestos (basados en el valor del lote).
- La casilla que lleva por nombre “porcentaje gastos lote mensual” presenta el porcentaje del lote mes a mes (no se debe modificar). Este dato está basado en el porcentaje ingresado por el analista, en la casilla Porcentaje Gasto Lote Anual.
- La casilla que lleva por nombre “Aumento en valor de tierra por año” corresponde al porcentaje de aumento en valor del lote anual, el analista puede usar los datos de la tabla exhibida a continuación la cual fue extraída del informe presentado por la Secretaría

Distrital de Hacienda de Bogotá, vigencia entre el año 2016 al 202010. El valor dependerá de la localidad en donde se encuentre ubicado el lote y el uso del suelo de este.

**Tabla 14.** *Aumento del valor del lote por localidad*

Localidad	% Comercio	% Industria	% Residencial
Ciudad bolivar	15%	6%	18%
Rafael Uribe Uribe	14%	14%	14%
Tunjuelito	13%	14%	16%
Usme	11%	4%	11%
<b>Kennedy</b>	<b>10%</b>	<b>11%</b>	<b>10%</b>
Fontibón	10%	8%	9%
Bosa	10%	9%	10%
<b>Teusaquillo</b>	<b>9%</b>	<b>10%</b>	<b>10%</b>
<b>Engativá</b>	<b>9%</b>	<b>12%</b>	<b>9%</b>
Antonio Nariño	9%	14%	13%
San Cristóbal	8%	11%	11%
<b>Suba</b>	<b>8%</b>	<b>12%</b>	<b>10%</b>
Barrios unidos	8%	10%	9%
<b>Chapinero</b>	<b>7%</b>	<b>3%</b>	<b>7%</b>
La candelaria	6%	11%	9%
<b>Usaquén</b>	<b>5%</b>	<b>8%</b>	<b>7%</b>
Santa fe	5%	11%	8%
Los mártires	5%	9%	11%
<b>Puente Aranda</b>	<b>3%</b>	<b>9%</b>	<b>13%</b>

*Nota. Elaboración propia, con información tomada de la Secretaría Distrital de Hacienda de Bogotá*

- La casilla que lleva por nombre “Aumento en valor de tierra por mes” calcula el valor porcentual mensual para el cambio del valor en la tierra, basado en el porcentaje por año explicado anteriormente.

---

10 Enlace de consulta: SHD. (2016). Punto 9 Justificación Incremento Valor. *Secretaría Distrital de Hacienda.*

[https://www.shd.gov.co/shd/sites/default/files/files/PUNTO%209%20JUSTIFICACION%20INCREMENTO%20VALOR\(1\).pdf](https://www.shd.gov.co/shd/sites/default/files/files/PUNTO%209%20JUSTIFICACION%20INCREMENTO%20VALOR(1).pdf)

Con estos datos se le indica al modelo Q2R la información con la que analizará los flujos de caja para los costos asociados al lote donde se desarrollará el proyecto evaluado.

#### 12.3.4 Datos de construcción

En la pestaña “Datos de entrada” se encuentra la tercera tabla que lleva por título “Construcción”, en esta tabla se deben ingresar todos los datos correspondientes a los costos de construcción del proyecto de vivienda (costo directo de construcción). A continuación, se presenta la tabla costos de construcción:

**Tabla 15. Costos de construcción del modelo Q2R**

CONSTRUCCIÓN		
ITEM	VALOR	
Valor construir m2 vendible	\$ 2,032,403.72	
Contempla costos de construir sosteniblemente	NO	
<b>Valor construir sosteniblemente m2 vendible</b>	<b>\$ 2,080,266.83</b>	
Tiempo de ejecución	23	
Mes inicio de construcción	11	
Porcentaje IPC (anual)	1.61%	
Porcentaje imprevistos construcción	1.00%	
Porcentaje posventas (teórico)	1.00%	
Meses de posventas	12	
<b>Porcentaje tiempo de ejecución excavación sótano</b>	<b>10%</b>	
<b>Porcentaje tiempo de ejecución Estructura y cimentación</b>	<b>30%</b>	
<b>Porcentaje tiempo de ejecución Obra gris</b>	<b>25%</b>	
<b>Porcentaje tiempo de ejecución Acabados</b>	<b>35%</b>	
<b>Comprobación tiempo de ejecución (100%)</b>	<b>CUMPLE</b>	
Porcentaje costo excavación sótano	4%	
Porcentaje costo estructura y cimentación	55%	
Porcentaje costo obra gris	23%	
Porcentaje costo acabados	18%	
<b>Comprobación costo de construcción (100%)</b>	<b>CUMPLE</b>	
Excavación	\$ 1,321,901,397.66	2
Estructura y cimentación	\$ 18,176,144,217.85	7
Obra gris	\$ 7,600,933,036.55	6
Acabados	\$ 5,948,556,289.48	8

*Nota. Elaboración propia.*

La explicación de cada uno de los datos que contiene la tabla anterior se presenta a continuación:

- La casilla que lleva por nombre “valor construir m2 vendible” corresponde al valor de construcción de cada metro cuadro vendible (valor que corresponde al total de los costos directos del proyecto dividido entre el área vendible), este valor será calculado a partir de una estimación paramétrica tomando como base los datos históricos de los proyectos similares desarrollados por la organización.
- La casilla que lleva por nombre “Contempla costos de construir sosteniblemente” presenta una lista desplegable que tiene dos opciones “SI” y “NO”; si en sus análisis de costos ha considerado el valor adicional de construir sosteniblemente elija “SI”, en contraste si su estimación fue basada en proyectos tradicionales elija “NO”. Esta elección calculará un valor nuevo para el costo de construcción por metro cuadrado vendible. A continuación, se presenta la tabla con la cual se calculó el aumento en el valor del m<sup>2</sup> de construcción.

**Tabla 16.** *Cálculo de aumento porcentual por construir de manera sostenible*

Fuente	Porcentaje de aumento construcción sostenible
An introduction to leed and green building	2.00%
(Bautista y Loaiza,2018)	3.00%
Banco mundial	3.00%
(CCCS,2020)	1.42%
<b>Promedio aumento costo de construcción</b>	<b>2.36%</b>

*Nota. Elaboración propia.*

La tabla presenta cada uno de los porcentajes considerados por las distintas fuentes consultadas, como lo son An introduction to leed and green building, el trabajo de grado de Bautista y Loaiza de la Universidad Distrital, el Banco Mundial y el Consejo Colombiano de Construcciones Sostenibles, que en promedio entrega un porcentaje de aumento del 2.36% el cual será utilizado para recalculer el valor de construcción del proyecto evaluado, es importante aclarar que los valores internacionales están dentro de

los rangos y se toman como referencia considerando que por ejemplo LEED es un referente a nivel mundial en temas de sostenibilidad en construcción y además Estados Unidos cuenta con una gran cantidad de documentación referente a este tema. Sin embargo, se investigaron fuentes locales, las cuales arrojaron como resultados unos porcentajes cercanos a los de los otros estudios.

- La casilla que lleva por nombre “Valor construir sosteniblemente m<sup>2</sup> vendible” calcula el valor final con el que se determina el costo de construcción para el flujo de caja de construcción (no se debe modificar).
- La casilla que lleva por nombre “Tiempo de ejecución” corresponde al tiempo total estimado de construir el proyecto, basado en el histórico de los tiempos que le tomó a la organización construir proyectos similares.
- La casilla que lleva por nombre “Mes inicio de construcción” corresponde al mes en el cual se espera iniciar la construcción del proyecto.
- La casilla que lleva por nombre “Porcentaje IPC” corresponde al valor porcentual del IPC (que es igual que la inflación) en Colombia al momento de analizar el proyecto.
- La casilla que lleva por nombre “Porcentaje imprevistos construcción” corresponde al valor porcentual que la empresa considera para su gestión de riesgos durante la construcción, basado en el histórico que se obtiene de proyectos similares anteriores (puede ser usado para disminuir la incertidumbre en el valor por m<sup>2</sup>).
- La casilla que lleva por nombre “Porcentaje posventas (teórico)” corresponde al valor porcentual destinado para las posventas del proyecto, el cual es calculado tomando como base los datos históricos invertidos en proyectos anteriores semejantes, para atender las PQR de los propietarios, una vez se entregó el inmueble.



- La casilla que lleva por nombre “Meses de posventas” corresponde al número de meses durante los cuales se espera responder al cliente por posventas (mínimo 12 meses).
- La casilla que lleva por nombre “Porcentaje tiempo de ejecución excavación sótano” corresponde al valor porcentual del tiempo estimado por el analista correspondiente a las actividades de excavación para sótano, este valor puede ser cero si el proyecto no contempla sótano.
- La casilla que lleva por nombre “Porcentaje tiempo de ejecución estructura y cimentación” corresponde al valor porcentual del tiempo estimado por el analista correspondiente a las actividades de cimentación y estructura.
- La casilla que lleva por nombre “Porcentaje tiempo de ejecución obra gris” corresponde al valor porcentual del tiempo estimado por el analista, correspondiente a las actividades de obra gris.
- La casilla que lleva por nombre “Porcentaje tiempo de ejecución Acabados” corresponde al valor porcentual del tiempo estimado por el analista, correspondiente a las actividades de acabados.
- La casilla que lleva por nombre “Comprobación tiempo de ejecución (100%)” funciona como comprobación y le permitirá al analista ver si la suma de los porcentajes es igual al 100%, de ser así, la casilla se pintará de verde y dirá “CUMPLE”, si la suma es diferente al 100% la casilla se pintará de rojo y dirá “NO CUMPLE”.
- La casilla que lleva por nombre “Porcentaje costo excavación sótano” corresponde al valor porcentual del costo total estimado por el analista correspondiente a las actividades de excavación para sótano, este valor puede ser cero si el proyecto no contempla sótano.

- La casilla que lleva por nombre “Porcentaje costo estructura y cimentación” corresponde al valor porcentual del costo total estimado por el analista correspondiente a las actividades de cimentación y estructura.
- La casilla que lleva por nombre “Porcentaje costo obra gris” corresponde al valor porcentual del costo total estimado por el analista, correspondiente a las actividades de obra gris.
- La casilla que lleva por nombre “Porcentaje costo acabados” corresponde al valor porcentual del costo total estimado por el analista, correspondiente a las actividades de acabados.
- La casilla que lleva por nombre “Comprobación costo de construcción (100%)” funciona como comprobación y le permitirá al analista ver si la suma de los porcentajes es igual al 100%, de ser así, la casilla se pintará de verde y dirá “CUMPLE”, si la suma es diferente al 100% la casilla se pintará de rojo y dirá “NO CUMPLE”.
- Las casillas que llevan por nombre “Excavación”, “Estructura y cimentación”, “Obra gris” y “Acabados” presentan el valor teórico de cada una de estas actividades y el tiempo teórico calculado.

Con estos datos se le indica al modelo la información con la que analizará los flujos de caja para los costos asociados a la construcción del proyecto evaluado.

### ***12.3.5 Costos de gestión del proyecto***

En la pestaña “Datos de entrada” se encuentra la cuarta tabla que lleva por título “Gestión”, en la cual se deben ingresar todos los datos correspondientes a los costos gestión del proyecto de vivienda (Costos indirectos). A continuación, se presenta la tabla que contiene los costos de gestión:

**Tabla 17. Costos de gestión del proyecto del modelo Q2R**

GESTIÓN	
ITEM	VALOR
Mes inicio de diseños	2
Porcentaje Total diseños	1%
Mes inicio gestión del proyecto	1
Porcentaje total honorarios de gerencia	3%
Porcentaje impuestos (Colombia) (anual)	31%
Porcentaje seguros	0.30%
Valor instalación servicios públicos por vivienda	\$ 2,000,000.00
Porcentaje gastos legales	0%

*Nota. Elaboración propia.*

A continuación, se presenta la explicación de cada uno de los datos que contiene la tabla anterior:

- La casilla que lleva por nombre “Mes inicio de diseños” corresponde al mes en el cual se planea comenzar los diseños basándose en el histórico obtenido de proyectos anteriores semejantes (estudio de suelos, diseño de estructuras, diseño arquitectónico, diseño de redes y diseño bioclimático).
- La casilla que lleva por nombre “Porcentaje total diseños” corresponde al valor porcentual calculado para los costos de diseños basados en el costo total de ventas, es importante aclarar que este valor, debe ser consultado en los costos de los proyectos que se tomen como referencia.
- La casilla que lleva por nombre “Mes inicio gestión del proyecto” corresponde al mes en el cual se comenzará con los pagos al personal encargado de la gestión del proyecto, se recomienda que sea a partir del mes 1.
- La casilla que lleva por nombre “Porcentaje total honorarios de gerencia” corresponde al valor porcentual que se espera pagar a la gerencia del proyecto (valores como, coordinadores de diseño, arquitectos, ingenieros, gerente y coordinador del proyecto, secretaria, entre otros), tomando como base el valor total de las ventas estimadas.

- La casilla que lleva por nombre “Porcentaje impuestos (Colombia)” corresponde al porcentaje de impuestos que se debe pagar en Colombia sobre la utilidad bruta antes de impuestos, el analista podrá modificarla de acuerdo con las condiciones actuales al momento del análisis.
- La casilla que lleva por nombre “Porcentaje seguros” corresponde al valor porcentual que ha sido destinado para seguros en proyectos de características similares.
- La casilla que lleva por nombre “Valor instalación servicios públicos por vivienda” corresponde al valor de instalar los servicios públicos (agua, energía y gas) por vivienda.
- La casilla que lleva por nombre “Porcentaje gastos legales” corresponde al porcentaje destinado para gastos legales en proyectos de similares características anteriormente desarrollados.

Con estos datos se le indica al modelo Q2R los datos con lo que realizará los flujos de caja para los costos asociados a la gestión del proyecto evaluado.

### 12.3.6 Datos de financiación

En la pestaña “Datos de entrada” se encuentra la quinta tabla que lleva por título “Datos de financiación”. En esta tabla se deben ingresar los datos correspondientes a la forma en la que se desea financiar el proyecto. A continuación, se presenta la tabla que contiene los datos de financiación:

**Tabla 18.** Datos de financiación del modelo Q2R

DATOS FINANCIACIÓN	
ITEM	VALOR
Banco con el que desea financiar	DAVIVIENDA
Porcentaje a pagar del crédito durante la ejecución	0%
Rendimientos fiduciarios EA (anual)	3%
<b>Rendimientos fiduciarios (mensual)</b>	<b>0.247%</b>

*Nota. Elaboración propia.*

A continuación, se presenta la explicación de cada uno de los datos que contiene la tabla anterior:

- La casilla que lleva por nombre “Banco con el que desea financiar” presenta una lista desplegable que muestra las palabras “DAVIVIENDA” y “BANCOLOMBIA”, ya que estas son las dos entidades bancarias en Colombia que cuentan con líneas de crédito preferenciales para financiar proyectos de construcción sostenible. Aquí el analista debe elegir el banco que más le agrade o convenga. La tasa de interés utilizada para el análisis puede ser modificada en las pestañas “Davivienda” y “Bancolombia” en la casilla C-27 “interés anual”
- La casilla que lleva por nombre “Porcentaje a pagar del crédito durante la ejecución” corresponde al porcentaje que se desea pagar del crédito solicitado en las cuotas mensuales durante los meses de ejecución del proyecto. El valor restante del crédito será pagado junto con sus intereses al mes siguiente de finalizar el proyecto, mes en el que se espera hacer la entrega de las viviendas y se recaudará el excedente del valor total de las ventas.
- La casilla que lleva por nombre “Rendimientos fiduciarios (anual)” corresponde al valor porcentual que entregará la fiducia como rendimiento del dinero depositado proveniente de las cuotas iniciales de los apartamentos vendidos, este valor depende de la fiducia donde se abra el encargo fiduciario y será distinto en cada proyecto particular.
- La casilla que lleva por nombre “Rendimientos fiduciarios (mensual)” entrega la tasa indicada anteriormente en su equivalente mensual y no debe ser modificado.

Con estos datos se le indica al modelo Q2R la información con la que analizará los flujos de caja para los créditos del proyecto evaluado y los rendimientos del dinero entregado como cuotas iniciales hasta el mes de inicio de construcción del proyecto.

### 12.3.7 Datos generales

En la pestaña “Datos de entrada” se encuentra la sexta tabla que lleva por título “Datos generales”, en la cual se deben ingresar todos los datos correspondientes a la información del inversionista y la certificación con la que desean analizar su proyecto. A continuación, se presenta la tabla que contiene la información de los datos generales del modelo Q2R:

**Tabla 19.** Datos generales del modelo Q2R

DATOS GENERALES	
ITEM	CANTIDAD
Costo de oportunidad inversionista EA (Anual)	10%
<b>Costo de oportunidad inversionista (Mensual)</b>	<b>0,797%</b>
Tipo de certificación	EDGE
Porcentaje de caja esperado	12%

*Nota. Elaboración propia.*

A continuación, se presenta la explicación de cada uno de los datos que contiene la tabla anterior:

- La casilla que lleva por nombre “Costo de oportunidad inversionista (anual)” corresponde al Costo de Oportunidad<sup>11</sup> del promotor de proyecto nominal anual después de impuestos, este porcentaje será utilizado para traer todos los valores de los distintos flujos de efectivo al presente, una explicación referente al costo de oportunidad y algunos ejemplos fáciles de entender se pueden consultar en la siguiente página web:  
<https://iveconsultores.com/coste-de-oportunidad>.

---

<sup>11</sup> Costos de oportunidad: <https://iveconsultores.com/coste-de-oportunidad/>

- La casilla que lleva por nombre “Costo de oportunidad inversionista (Mensual)” presenta el valor anteriormente indicado en su correspondiente mensual.
- La casilla que lleva por nombre “Tipo de certificación” presenta una lista desplegable que muestra las palabras “LEED” y “EDGE”, ya que estas fueron las dos certificaciones seleccionadas para este trabajo de grado, es importante considerar que estos valores se calculan por unidad de vivienda. Aquí el analista deberá elegir la certificación que desee o considere favorable para el proyecto analizado.
- La casilla que lleva por nombre “porcentaje de caja esperado” corresponde al valor porcentual que el promotor del proyecto espera recibir como compensación.

Al ingresar estos datos el modelo Q2R tendrá las herramientas suficientes para traer los valores futuros al presente y comparar el resultado vs el porcentaje de rentabilidad esperado.

### **12.3.8 Comprobaciones**

En la pestaña “Datos de entrada” se encuentra la séptima y última tabla, que lleva por título “comprobaciones”. Se presentan dos casillas que determinan la coherencia de los datos ingresados a lo largo de todas las tablas y que serán utilizados para llevar a cabo el análisis del proyecto. A continuación, se presenta la tabla que contiene los datos de las comprobaciones:

**Tabla 20.** *Comprobaciones generadas por el modelo 2QR*

COMPROBACIONES	
ITEM	CANTIDAD
Compromiso de entregas vs fin construcción	CUMPLE
Inicio de construcción vs mes inicio de diseños	CUMPLE

*Nota. Elaboración propia.*

La explicación cada una de las casillas presentadas en la anterior tabla, se encuentra a continuación:

- La casilla que lleva por nombre “Compromiso de entrega vs fin construcción” funciona como comprobación y le permitirá al analista ver si la sumatoria del mes de inicio de construcción y el tiempo de ejecución es menor o igual que la sumatoria del mes de inicio de ventas y los meses de cuota inicial. Además, verifica si la sumatoria del mes de inicio de ventas más meses en venta es menor o igual que el mes de inicio de ventas más los meses de cuota inicial. Si estas condiciones se cumplen, la casilla se pintará de verde oscuro y dirá “CUMPLE”, pero si no, la casilla se pintará de rojo y dirá “NO CUMPLE”. En el caso en que el resultado sea “NO CUMPLE” se recomienda verificar los datos ingresados en las casillas anteriormente mencionadas.
- La casilla que lleva por nombre “Inicio de construcción vs mes inicio de diseños” funciona como comprobación y le permitirá al analista ver si el mes de inicio de los diseños es al menos seis meses antes de iniciar la construcción. Si esta condición se cumple la casilla se pintará de verde oscuro y dirá “CUMPLE” si no, la casilla se pintará de rojo y dirá “NO CUMPLE”. En el caso en que el resultado sea “NO CUMPLE” se recomienda verificar los datos ingresados en las casillas anteriormente mencionadas.

Con estas dos comprobaciones el analista estará seguro de que el tiempo de entrega corresponde con la fecha fin de construcción y, además, que los diseños estarán listos para empezar su construcción.

### ***12.3.9 Datos de salida***

Una vez se ingresan todos los datos de entrada al modelo en los diferentes campos, este generará los diferentes flujos de caja y los trae de regreso al presente. Estos datos podrán ser visualizados en la pestaña “Resumen”. En la siguiente imagen se presenta la pestaña resumen, en donde se pueden observar la información que la compone.



**Figura 7. Presentación pestaña resumen**

MODELO TEÓRICO PARA DETERMINAR LA PREFACTIBILIDAD DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS NO VIS AMBIENTAL Y ECONÓMICAMENTE SOSTENIBLE EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ (Q2R)		
CONCEPTO	VALOR (\$)	% VENTAS
<b>Ventas totales</b>	\$ 75,962,927,513.23	100%
<b>TOTAL VENTAS</b>	\$ 75,962,927,513.23	100%
Costo del lote	\$ 16,251,630,134.33	21.39%
Gastos del lote antes de ejecutar construcción	\$ 51,320,238.41	0.07%
Costos de construcción	\$ 30,173,454,505.82	39.72%
Honorarios del proyecto (Diseños)	\$ 834,864,465.34	1.10%
Honorarios de gerencia	\$ 2,396,502,907.37	3.15%
Honorarios de ventas	\$ 2,278,887,825.40	3.00%
Publicidad	\$ 914,935,454.58	1.20%
<b>Impuestos y seguros</b>	\$ 6,420,109,302.92	8.45%
Conexión de servicios públicos	\$ 363,459,939.02	0.48%
<b>Costos financieros (beneficios construcciones sostenibles)</b>	\$ 2,684,316,438.51	3.53%
Costos de certificación (EDGE o LEED)	\$ 38,650,700.00	0.05%
Gastos legales	\$ -	0.00%
<b>TOTAL COSTOS</b>	\$ 62,408,131,911.69	82.16%
<b>TOTAL CAJA EN EL PRESENTE</b>	\$ 13,554,795,601.53	17.84%
<b>CONCEPTO</b>	<b>CONTINUE A FACTIBILIDAD</b>	
TODOS LOS VALORES ESTAN PRESENTADOS EN EL MES 1 (UNO) PARA SER COMPARADOS, TOMANDO EL COSTO DE OPORTUNIDAD ENTREGADO POR EL ANALISTA.		

*Nota. Elaboración propia.*

En la pestaña “Resumen”, observada en la figura anterior es donde el analista visualizará el resultado de todos los datos ingresados y analizados por el modelo en valor presente, adicional a esto el modelo Q2R entregará un concepto de continuar a factibilidad o reevaluar el proyecto. A continuación, se presenta la tabla con todos los datos de salida explicados anteriormente.

**Tabla 21. Datos de salida del modelo Q2R**

MODELO TEÓRICO PARA DETERMINAR LA PREFACTIBILIDAD DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS NO VIS AMBIENTAL Y ECONÓMICAMENTE SOSTENIBLE EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ ( Q2R)		
CONCEPTO	VALOR (\$)	% VENTAS
<b>Ventas totales</b>	<b>\$ 75,962,927,513.23</b>	<b>100%</b>
<b>TOTAL VENTAS</b>	<b>\$ 75,962,927,513.23</b>	<b>100%</b>
Costo del lote	\$ 16,251,630,134.33	21.39%
Gastos del lote antes de ejecutar construcción	\$ 51,320,238.41	0.07%
Costos de construcción	\$ 30,173,454,505.82	39.72%
Honorarios del proyecto (Diseños)	\$ 834,864,465.34	1.10%
Honorarios de gerencia	\$ 2,396,502,907.37	3.15%
Honorarios de ventas	\$ 2,278,887,825.40	3.00%
Publicidad	\$ 914,935,454.58	1.20%
<b>Impuestos y seguros</b>	<b>\$ 6,420,109,302.92</b>	<b>8.45%</b>
Conexión de servicios públicos	\$ 363,459,939.02	0.48%
<b>Costos financieros (beneficios construcciones sostenibles)</b>	<b>\$ 2,684,316,438.51</b>	<b>3.53%</b>
Costos de certificación (EDGE o LEED)	\$ 38,650,700.00	0.05%
Gastos legales	\$ -	0.00%
<b>TOTAL COSTOS</b>	<b>\$ 62,408,131,911.69</b>	<b>82.16%</b>
<b>TOTAL CAJA EN EL PRESENTE</b>	<b>\$ 13,554,795,601.53</b>	<b>17.84%</b>
<b>CONCEPTO</b>	<b>CONTINUE A FACTIBILIDAD</b>	
TODOS LOS VALORES ESTAN PRESENTADOS EN EL MES 1 (UNO) PARA SER COMPARADOS, TOMANDO EL COSTO DE OPORTUNIDAD ENTREGADO POR EL ANALISTA.		

*Nota. Elaboración propia.*

La tabla Datos de salida presenta tres columnas la primera lleva por nombre “concepto” y presenta los nombres de cada uno de los ítems a analizar, la segunda columna lleva por nombre “Valor (\$)” que presenta los valores entregados por el modelo en pesos colombianos y la tercera columna presenta el porcentaje de incidencia de cada uno de ellos basados en el valor de ventas.

A continuación, se presenta la explicación de los datos principales que contiene la tabla anterior:

- La casilla que lleva por nombre “TOTAL COSTOS” presenta el valor total de los costos y gastos en valor presente para el proyecto analizado, además presenta el porcentaje de incidencia respecto al porcentaje total de ventas.
- La casilla que lleva por nombre “TOTAL CAJA EN EL PRESENTE” presenta la diferencia entre “TOTAL VENTAS” y “TOTAL COSTOS” que se definirá como el beneficio teórico del proyecto analizado en valor y porcentaje.

- La casilla que lleva por nombre “CONCEPTO” permite al analista ver si el proyecto es viable y sí se debería continuar con la etapa de inversión, considerando los datos ingresados en la pestaña “Datos de entrada”. Por otro lado, esta casilla verifica si el beneficio obtenido (valor que se presenta en la casilla de nombre “TOTAL CAJA EN EL PRESENTE”) por el modelo es mayor o menor que la caja en el presente esperada por el analista (valor que se ingresa en la casilla “Porcentaje de caja esperado” que se encuentra en la tabla “DATOS GENERALES”). Si la caja en el presente es mayor o igual que la caja esperada, la casilla se pintará de verde oscuro y dirá “CONTINUE A FACTIBILIDA”, si no, la casilla se pintará de rojo y dirá “REEVALUE EL PROYECTO”.

Los datos presentados en la pestaña “Resumen” sirven como herramienta para determinar si el análisis del proyecto en la etapa de preinversión es correcto o si es necesario realizar algún ajuste en los presupuestos previstos para el proyecto. Lo anterior quiere decir que de acuerdo con la experiencia del analista este podrá determinar si los valores o porcentajes son coherentes y en caso de no ser así, correr el modelo Q2R con nuevos datos (iterar hasta obtener el resultado esperado).

### **13 VERIFICACIÓN DEL MODELO Q2R**

Dando cumplimiento al objetivo específico número 4 en donde se propone verificar el modelo propuesto para el trabajo de grado y buscando responder la pregunta ¿Se está construyendo el producto correctamente?, se realizó la verificación del modelo Q2R utilizando la herramienta de juicio de expertos y realizando la comparación de la prefactibilidad de un proyecto de construcción de vivienda ambientalmente sostenibles vs un proyecto de construcción de vivienda tradicional, basados en la información de un proyecto real desarrollado en la ciudad

de Bogotá, por una de las constructoras que allí opera. Los resultados de las herramientas mencionadas anteriormente y las modificaciones realizadas al modelo luego de realizar el proceso de verificación, se pueden observar en el presente capítulo.

En el juicio de expertos se implementó un cuestionario que contó con un total de 18 preguntas, de las cuales 15 fueron preguntas cerradas y 3 preguntas abiertas. El cuestionario fue enviado a 12 personas consideradas expertos en la planeación y gestión de proyectos de vivienda en la ciudad de Bogotá, de los cuales se obtuvo la respuesta de 8 de ellos, del total de los expertos que respondieron el formulario, uno de ellos ha participado en proyectos de construcciones de viviendas sostenibles en la ciudad de Bogotá (dato que es acorde con el bajo desarrollo de estos proyectos a nivel nacional y local), los otros 7 expertos trabajan o han trabajado en proyectos de construcciones de viviendas convencionales con distintas compañías que operan a nivel nacional.

Con el fin de identificar a los expertos encuestados se les pidió escribir sus nombres y apellidos, para garantizar la transparencia en las respuestas en cada una de las preguntas formuladas. Como se puede ver en la siguiente tabla, se contó con un total de seis hombres que corresponden al 75% del total de la muestra y dos mujeres que representan el 25%.

**Tabla 22. Profesionales expertos encuestados.**

<b>Nombres y Apellidos</b>
Diego Rodríguez Echeverría
Elkin Duván Cubides Castro
Juan Camilo Alvarado
Laura Nova
Luis Alberto Chaves
Marlon Danovis Rincón Riveros
Víctor Julio Mora Montes
Zara Bedoya Escandón

*Nota. Elaboración propia.*

También, fue necesario determinar el nivel de estudios de los expertos encuestados, por tal motivo se les pedía seleccionarlo entre pregrado, especialización, Maestría y doctorado. Como resultado se obtuvo que la muestra estaba configurada de la siguiente manera: el 25% de los encuestados tienen nivel de educación pregrado, el 12% tienen nivel de educación especialización, el 63% de maestría y el 0% doctorado. De esta manera, tal como lo reflejan los resultados la encuesta cuenta mayoritariamente con profesionales magísteres. Ver anexo 6, figura 33.

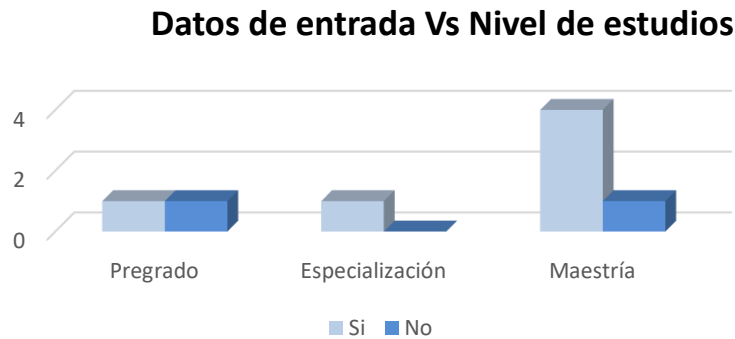
También, se consultó el cargo que desempeñan actualmente en el lugar donde laboran, esto se hizo con el fin de garantizar que las personas encuestadas contaran con el perfil laboral y la experiencia suficiente para entregar un juicio de valor en la encuesta. Los cargos están representados de la siguiente manera: el 13% de la muestra se desempeña como ingeniero de proyectos, el 13% como gerentes, el 12% como coordinadores de investigación y desarrollo, el 12% son coordinadores de presupuestos, el 12% se desempeñan como profesional en desarrollo de proyectos y el 38% como coordinadores de planeación y control. Ver anexo 6, figura 34.

Para observar los resultados completos de cada una de las preguntas realizadas en el cuestionario de juicio de expertos, remitirse al anexo 5. La carta de invitación que se les hizo llegar a los expertos encuestados junto con el cuestionario se puede observar en el anexo 4.

### 13.1 Análisis del juicio de expertos

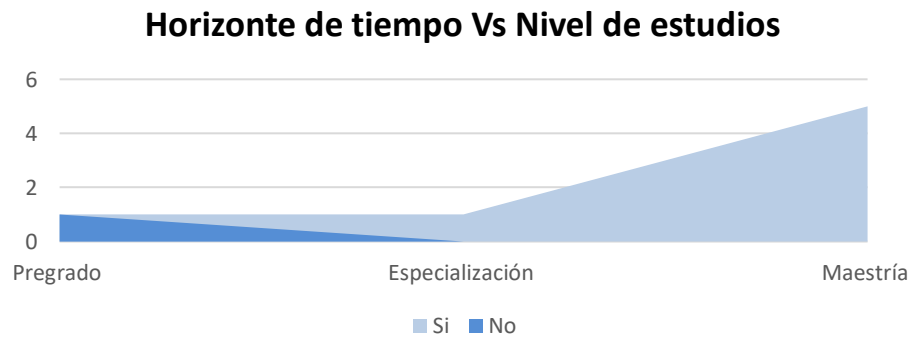
Como parte de la validación de expertos se decide realizar algunas correlaciones tomando como insumos los resultados obtenidos en la encuesta de validación del modelo teórico Q2R. En primer lugar, se define correlacionar las respuestas a las preguntas con el nivel de estudios considerando que esta es la variable que más puede influenciar las respuestas de cada uno de los encuestados, ya que se requiere de un conocimiento previo en el desarrollo de proyectos para lograr aprovechar al máximo los datos entregados por el modelo, por esta razón se encontró que los expertos encuestados que poseen maestrías y especializaciones son quienes ocupan los cargos de mayor nivel en sus organizaciones (coordinador de planeación, coordinador de innovación y desarrollo y gerentes de proyectos), seguidos por los que poseen únicamente el pregrado (analista de proyectos y coordinador de presupuestos).

- De acuerdo con los datos obtenidos en la validación de expertos se puede ver gráficamente que, el 50 % de los encuestados con pregrado, el 100% con especialización y el 80 % con maestría consideran que los datos de entrada son suficientes para modelar el comportamiento teórico de un proyecto de construcción de vivienda. Lo cual permite determinar que es necesario contar con un nivel de estudios por encima de pregrado para mejorar el porcentaje de comprensión de todos los datos requeridos y la forma en la que influirá en los flujos elaborados por el Modelo de costos Q2R. Lo anterior se observa en la siguiente figura.

**Figura 8.** Datos de entrada vs nivel de estudios

*Nota. Elaboración propia.*

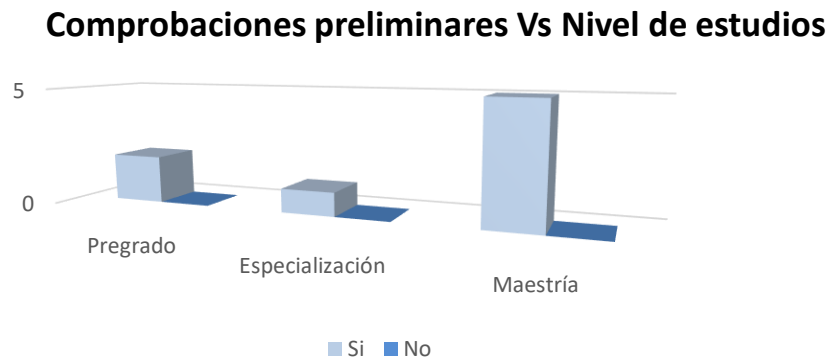
- La siguiente figura muestra que entre más alto sea el nivel de estudios mejor es la aceptación por parte de los encuestados.

**Figura 9.** Horizonte de tiempo vs Nivel de estudios

*Nota. Elaboración propia.*

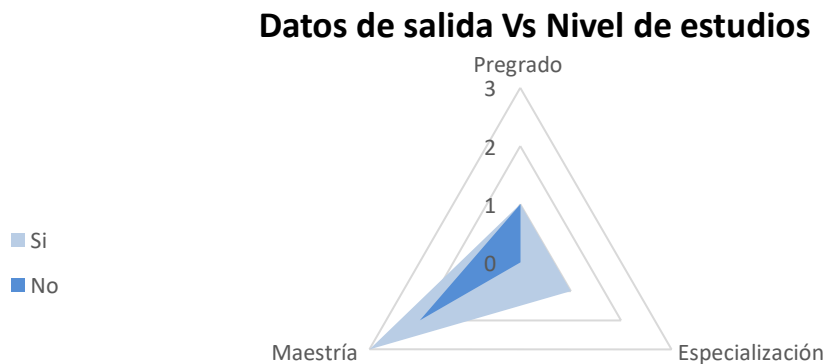
La figura anterior permite verificar que el horizonte de tiempo se considera suficiente para modelar el comportamiento teórico del proyecto analizado.

- Por otra parte, se puede ver gráficamente que el 100% de los encuestados indiferentemente de su nivel de estudio considera que los datos de comprobación son suficientemente claros, esto demuestra que las comprobaciones elaboradas por el grupo desarrollador cumplen con la función para la cual fueron concebidas. Todo lo anterior se explica con la siguiente figura.

**Figura 10.** *Comprobaciones preliminares Vs Nivel de estudios*

*Nota. Elaboración propia.*

- Con la validación de expertos también se puede observar que los encuestados con pregrado, especialización y maestría, consideran que los datos presentados como datos de salida son suficientemente claros, sin embargo, permite verificar que, entre más alto sea el nivel de estudio de los profesionales, más altas son las exigencias con la información que esperan recibir de este, como se observa en la siguiente figura:

**Figura 11.** *Datos de salida Vs Nivel de estudios*

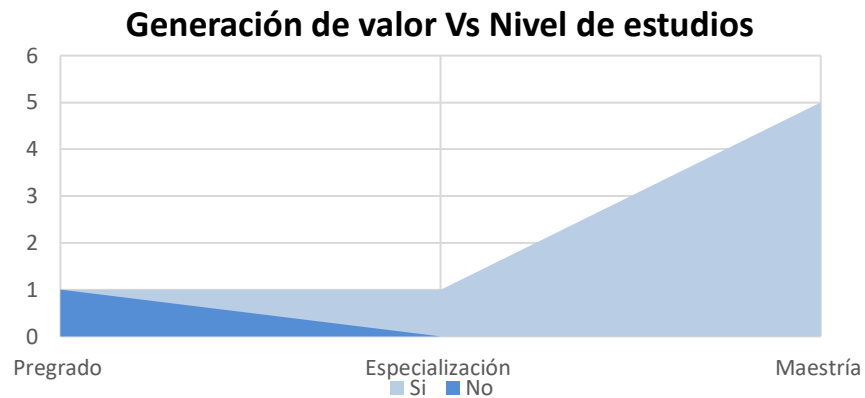
*Nota. Elaboración propia.*

- Con el proceso de validación de expertos, se verifica también que entre más alto sea el nivel de estudios aumenta la percepción de valor generado por el modelo en la industria



de la construcción de vivienda en la ciudad de Bogotá. Lo anterior se observa claramente en la siguiente figura:

**Figura 12.** *Generación de valor Vs Nivel de estudios*



*Nota. Elaboración propia.*

### 13.2 Modificaciones y mejoras al modelo Q2R

Después de realizar la encuesta y gracias a la retroalimentación entregada por los expertos, se concluye que el modelo se construyó correctamente, sin embargo, se llevaron a cabo las siguientes mejoras y modificaciones al modelo Q2R, teniendo en cuenta las observaciones y sugerencias de los expertos que aplican al alcance del presente trabajo de grado:

- Se agregó el nombre del modelo en la pestaña “Datos de Entrada”, ya que esta es la primera pestaña que ve el estimador de costos cuando ingresa al modelo.
- Se cambió el nombre en la pestaña “Resumen” por: **MODELO TEÓRICO PARA DETERMINAR LA PREFACTIBILIDAD DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS NO VIS AMBIENTAL Y ECONÓMICAMENTE SOSTENIBLE EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ (Q2R)**, para que el usuario tenga siempre presente que este modelo es aplicable solamente a la hora de modelar los proyectos de construcciones de viviendas NO VIS en la ciudad de Bogotá – Colombia.

- Se modificó el condicional de comprobación en el apartado “Compromiso de entrega Vs Fin Construcción”, involucrando la totalidad de meses en venta para verificar que la totalidad del proyecto es vendido antes de la entrega a los propietarios. Esta comprobación se hace considerando que el modelo trabaja en un escenario ideal en el cual no se va a contar con inventario de casas o apartamentos.
- Se realizaron algunos retoques gráficos para volver el modelo visualmente más amigable.

### **13.3 Comparación de la prefactibilidad de un proyecto de construcción de vivienda ambientalmente sostenibles vs un proyecto de construcción de vivienda tradicional.**

De acuerdo con la investigación realizada respecto al número total de proyectos de construcción de vivienda sostenibles desarrollados en la ciudad de Bogotá, se evidencia que el desarrollo sigue siendo bajo, aunque en los últimos años ha venido en aumento, además si la investigación se centra en construcciones NO VIS el número de proyectos es aún menor, es por esto que en este apartado se decide llevar a cabo una comparación de un proyecto tradicional versus un proyecto de construcción sostenible en una zona estrato 4, para así verificar si estos últimos son viables o no desde el punto de vista económico en la etapa de prefactibilidad.

Se decidió modificar la forma en que el modelo evalúa el proyecto seleccionado, omitiendo las variables sostenibles como por ejemplo mayor valor por inclusión de insumos sostenibles, llamado en el modelo Q2R “valor construir sosteniblemente m2 vendible”, el no pago de certificación bien sea LEED o EDGE, nombrado en el modelo “costos de certificación (EDGE o LEED)” y cambiando la tasa de interés por la del crédito constructor tradicional.

A continuación, se presentan los resultados para el proyecto de construcción de vivienda NO VIS sostenible.

**Tabla 23. Resultados proyecto de construcción de vivienda sostenible NO VIS**

<b>MODELO TEÓRICO PARA DETERMINAR LA PREFACTIBILIDAD DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS NO VIS AMBIENTAL Y ECONÓMICAMENTE SOSTENIBLE EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ (DZR)</b>		
<b>CONCEPTO</b>	<b>VALOR (\$)</b>	<b>% VENTAS</b>
<b>Ventas totales</b>	<b>\$ 75,962,927,513.23</b>	<b>100%</b>
<b>TOTAL VENTAS</b>	<b>\$ 75,962,927,513.23</b>	<b>100%</b>
Costo del lote	\$ 16,336,320,425.00	21.51%
Gastos de lote antes de ejecutar construcción	\$ 44,795,550.20	0.06%
Costos de construcción	\$ 30,369,205,125.97	39.98%
Honorarios del proyecto (Diseños)	\$ 698,449,568.60	0.92%
Honorarios de gerencia	\$ 2,354,194,595.94	3.10%
Honorarios de ventas	\$ 2,278,887,825.40	3.00%
Publicidad	\$ 914,935,454.58	1.20%
<b>Impuestos y seguros</b>	<b>\$ 6,369,022,042.44</b>	<b>8.38%</b>
Conexión de servicios públicos	\$ 366,358,219.61	0.48%
<b>Costos financieros (beneficios construcciones sostenibles)</b>	<b>\$ 2,751,022,757.92</b>	<b>3.62%</b>
Costos de certificación (EDGE o LEED)	\$ 38,650,700.00	0.05%
Gastos legales	\$ -	0.00%
<b>TOTAL COSTOS</b>	<b>\$ 62,521,842,265.66</b>	<b>82.31%</b>
<b>TOTAL CAJA EN EL PRESENTE</b>	<b>\$ 13,441,085,247.57</b>	<b>17.69%</b>
<b>CONCEPTO</b>	<b>CONTINUE A FACTIBILIDAD</b>	
<b>TODOS LOS VALORES ESTAN PRESENTADOS EN EL MES 1 (UNO) PARA SER COMPARADOS, TOMANDO EL COSTOS DE OPORTUNIDAD ENTREGADO POR EL ANALISTA.</b>		

*Nota. Elaboración propia.*

Al correr el modelo con los datos de entrada presentados en el capítulo 12.3.1, utilizando la tasa preferencial del 7.6% E.A., para construcciones sostenibles otorgada en este caso por el banco Davivienda. El sobrecosto por construir sosteniblemente que corresponde al 2.36% del costo directo de construcción, fue determinado con los porcentajes obtenidos de la siguiente bibliografía: *An Introduction To Leed And Green Building*, del Banco Mundial y el CCCS.

Basado en lo anterior, el valor en ventas se afectó el 2.36% (sobre costo de construir sosteniblemente) considerando que el costo adicional de la construcción se le transfiere directamente al cliente, esta consideración se hace teniendo en cuenta que el costo de un proyecto NO VIS lo define el promotor del proyecto y no se cuenta con más información para llegar al nuevo precio de venta. Además, se incluyó el costo de certificación que en este caso fue

EDGE. Finalmente, el resultado entregado por el modelo es una “CAJA EN EL PRESENTE” teórica del 17.69%.

Para poder llevar a cabo la comparación entre los dos tipos de proyectos y completar este análisis, fue necesario modelar un escenario con las condiciones tradicionales de financiación y costos de construcción. A continuación, se presenta la tabla con los resultados para el proyecto de construcción de vivienda NO VIS tradicional.

**Tabla 24.** Resultados proyecto de construcción NO VIS tradicional

<b>MODELO TEÓRICO PARA DETERMINAR LA PREFACTIBILIDAD DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS NO VIS EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ (Q2R)</b>		
<b>CONCEPTO</b>	<b>VALOR (\$)</b>	<b>%VENTAS</b>
<b>Ventas totales</b>	<b>\$ 74,211,535,280.60</b>	<b>100%</b>
<b>TOTAL VENTAS</b>	<b>\$ 74,211,535,280.60</b>	<b>100%</b>
Costo del lote	\$ 16,336,320,425.00	22.01%
Gastos de lote antes de ejecutar construcción	\$ 44,795,550.20	0.06%
Costos de construcción	\$ 29,670,436,076.13	39.98%
Honorarios del proyecto (Diseños)	\$ 682,346,198.32	0.92%
Honorarios de gerencia	\$ 2,299,916,565.01	3.10%
Honorarios de ventas	\$ 2,226,346,058.42	3.00%
Publicidad	\$ 893,840,811.43	1.20%
<b>Impuestos y seguros</b>	<b>\$ 5,987,753,968.66</b>	<b>8.07%</b>
Conexión de servicios públicos	\$ 366,358,219.61	0.49%
<b>Costos financieros (beneficios construcciones sostenibles)</b>	<b>\$ 3,094,016,141.60</b>	<b>4.17%</b>
Costos de certificación (EDGE o LEED)	\$ -	0.00%
Gastos legales	\$ -	0.00%
<b>TOTAL COSTOS</b>	<b>\$ 61,602,130,014.38</b>	<b>83.01%</b>
<b>TOTAL CAJA EN EL PRESENTE</b>	<b>\$ 12,609,405,266.23</b>	<b>16.99%</b>
<b>CONCEPTO</b>	<b>CONTINUE A FACTIBILIDAD</b>	
<b>TODOS LOS VALORES ESTAN PRESENTADOS EN EL MES 1 (UNO) PARA SER COMPARADOS, TOMANDO EL COSTOS DE OPORTUNIDAD ENTREGADO POR EL ANALISTA.</b>		

*Nota. Elaboración propia.*

Al correr el modelo con los datos de entrada presentados en el capítulo número 12.3.1, utilizando la tasa de interés del 8.72% E.A, para proyectos de construcción tradicionales otorgada en este caso por el banco Davivienda. El resultado entregado por el modelo es una “CAJA EN EL PRESENTE” teórica del 16.99%.

Considerando que el modelo se corrió con los mismos datos de entrada a excepción de: el valor de ventas, costo de construcción, certificación y tasa diferenciada, de acuerdo con los resultados entregados por el modelo se pudo llegar a las siguientes conclusiones:

- Las ventas totales son mayores en el proyecto sostenible en \$ 1.751'392.232 causados por la diferencia en precios explicada al inicio de este sub capítulo.
- Los costos de construcción presentan una diferencia en pesos de \$ 698'769.050 siendo más costoso el proyecto de construcción sostenible, como era de esperarse considerando la variable incluida de construir sosteniblemente, sin embargo, la incidencia porcentual es la misma, siendo en los dos casos del 39.98%. Lo anterior, fue causado por la transferencia al cliente del costo adicional de construir sosteniblemente.
- Los impuestos y seguros presentan una diferencia porcentual del 0.31% siendo más alto este pago en el proyecto de construcción sostenible, esta condición se da puesto que la “CAJA EN EL PRESENTE” teórica del ejercicio es mayor en este escenario.
- Los costos financieros presentan una diferencia porcentual del 0.55% siendo más alto este pago en el proyecto tradicional, lo anterior, debido a que la tasa de un crédito constructor tradicional es mayor un 1.12% E.A., que la de un proyecto sostenible por año en el banco seleccionado.
- Los costos de certificación en el proyecto tradicional son iguales a cero, sin embargo, en el proyecto sostenible corresponden al 0.05% siendo esta la diferencia total entre los dos ejercicios, por lo cual es claro que este costo es el diferencial entre un proyecto y otro.
- Los costos totales presentan una diferencia porcentual del 0.70% siendo más costoso el proyecto de construcción de tradicional NO VIS.
- El valor de las “CAJAS EN EL PRESENTE” teóricas entregadas por el modelo Q2R

presentan una diferencia en pesos colombianos de \$ 831'679.981,3 y una diferencia porcentual total del 0.70% causada mayoritariamente por los sobre costos de la financiación para el proyecto tradicional.

La decisión final de cual proyecto debe pasar a la siguiente fase dependerá del analista y la empresa o inversionista que este evaluando los dos escenarios, además del resultado de los estudios para el proyecto en la etapa de preinversión. Sin embargo, desde el punto de vista económico y de acuerdo con los autores una diferencia porcentual del 0.70% se considera suficiente para optar por el análisis a profundidad del proyecto de construcción de vivienda NO VIS ambientalmente sostenible en la ciudad de Bogotá, además es importante indicar que en la fase de prefactibilidad – ingeniería conceptual, los dos proyectos son viables y podrían pasar a la fase de factibilidad – ingeniería básica.

## 14 CONCLUSIONES

En el presente capítulo se exponen todas las conclusiones que se obtuvieron como resultado final del proceso educativo realizado durante el desarrollo del presente trabajo de grado, las cuales resumen de manera importante los alcances y los hallazgos obtenidos.

Se concluye que el modelo Q2R es un modelo simbólico o matemático, ya que por medio de este se representa de manera numérica el comportamiento de un proyecto de construcción de vivienda ambiental y económicamente sostenible en la ciudad de Bogotá, durante la fase 1 de la etapa de prefactibilidad.

Se concluye que de acuerdo a la caracterización de los modelos, el modelo Q2R es un modelo pronóstico – exploratorio, ya que este permitirá la inclusión de variables y presentará los valores futuros en el presente para su interpretación; determinístico ya que los datos deben ser ingresados por el analista de acuerdo con sus análisis propios o datos conocidos de la organización para la cual trabaja y se asume que los resultados obtenidos son producto de estas variables consideradas verdaderas; explicativo ya que parte de datos teóricos, incluye supuestos y restricciones y fue desarrollado de tal manera que sea fácil de usar; cuantitativo debido a que este entregará al analista unos valores numéricos relativos con un significado que el analista puede interpretar y de simulación o descriptivo ya que este simulará un escenario de acuerdo a las variables que el analista ingresará, por tal razón este modelo se enfocará en predecir qué sucederá en la situación que se le plantee.

Teniendo en cuenta que 6 de los 8 proyectos certificados en la ciudad de Bogotá – Colombia, obtuvieron las certificaciones EDGE y apenas 2 las certificaciones LEED, se concluye que en el territorio nacional es más sencillo obtener las certificaciones otorgadas por EDGE BUILDINGS, ya que en Colombia CAMACOL (Cámara Colombiana de la Construcción)

es el organismo avalado para certificar las construcciones sostenibles, tomando como guía las directrices entregadas por EDGE y que además las exigencias realizadas para obtener este tipo de certificaciones dentro del país son más simples que las de LEED.

Teniendo en cuenta que en la ciudad de Bogotá – Colombia solo se encontró un proyecto con certificación final LEED y uno con certificación preliminar, ambos son construcciones de viviendas NO VIS de estrato social 5 y 6 ubicados al norte de la ciudad, se concluye que los proyectos que deseen obtener esta certificación, deben ser construidos en zonas de estratos 4, 5 o 6, ya que los costos de esta certificación son más elevados en comparación con los costos de la certificación EDGE, dado que los parámetros son más exigentes, lo cual tiende a aumentar el costo de los proyectos y así mismo el precio del final del producto.

De acuerdo con las consultas realizadas, se hace evidente la necesidad de desarrollar una mayor cantidad de proyectos de construcción sostenibles en la ciudad de Bogotá, considerando que para las entidades distritales el componente ambiental es de suma importancia para los objetivos estratégicos de la ciudad y que el gobierno nacional cuenta con algunos incentivos para estos proyectos.

Al finalizar el desarrollo del marco conceptual se concluye que todos los modelos utilizados para determinar la prefactibilidad de los proyectos de construcción de vivienda en la ciudad de Bogotá, son de uso exclusivo de la empresa poseedora y/o desarrolladora, es por esto que se valora la decisión de desarrollar un modelo propio de uso abierto para la comunidad estudiantil y profesional en general, que además contemple las variables de sostenibilidad ambiental para un proyecto de construcción de vivienda.



La certeza de los datos de salida dependerá de la rigurosidad con que el analista haya obtenido los datos de entrada, además se aclara que todos los datos de salida son responsabilidad de la persona que esté evaluando el proyecto.

De acuerdo con la investigación realizada, se concluye que para minimizar los riesgos en términos económicos es necesario desarrollar los proyectos de construcción ambiental y económicamente sostenibles para viviendas NO VIS, como se plantea en el modelo Q2R, ya que, al finalizar la ejecución de este, la firma certificadora realiza una verificación de las condiciones finales del proyecto y las coteja con los ante proyectos aprobados para así otorgar la certificación final. En el caso de que los diseños presentados en el ante proyecto no concuerden con el resultado final, el proyecto no será certificado y el beneficio a la tasa de interés del crédito verde se pierde con el banco, en consecuencia, la empresa constructora deberá pagar los intereses adicionales.

Con base en el juicio de expertos realizado para la verificación del modelo, se concluye que el modelo teórico para determinar la prefactibilidad de proyectos de construcción de viviendas NO VIS ambiental y económicamente sostenibles en la ciudad de Bogotá, cumple con los siguiente requisitos y expectativas: los datos de entrada solicitados para interactuar con el modelo son suficientes para modelar el comportamiento teórico de los proyectos a evaluar; el tiempo estimado por los desarrolladores del modelo Q2R (8 años) se considera suficiente para llevar acabo la planeación, ejecución y posventas de los proyectos; los datos de salida del modelo de costos son suficientes para la toma de decisiones. Por lo anterior se concluye que el modelo Q2R se realizó correctamente.

Acorde a los resultados obtenidos, se concluye que el modelo Q2R es considerado útil en la industria de la construcción de vivienda en la ciudad de Bogotá teniendo en cuenta que los

modelos con los que se cuenta en la actualidad son de uso exclusivo de las empresas poseedoras y por ende el modelo sería utilizado por los expertos para evaluar sus proyectos en la etapa de preinversión.

De acuerdo con los resultados obtenidos en el juicio de expertos se concluye que el modelo podría incentivar la estructuración y planeación de este tipo de proyectos, sin embargo, esa comprobación es algo que no hace parte del alcance del presente trabajo de grado.

Conforme a los resultados obtenidos en el juicio de expertos se concluye que el modelo Q2R cumple con el alcance propuesto de modelar el comportamiento teórico de los proyectos de construcción de vivienda ambiental y económicamente sostenible en la ciudad de Bogotá, considerando los beneficios que las construcciones sostenibles traen consigo.

Considerando el alcance del presente trabajo de grado, se concluye que la validación de los datos entregados por el modelo Q2R no puede llevarse a cabo ya que para este fin es necesario que este sea probado y contrastado en el sector real. Por tal razón este modelo es considerado como teórico de carácter académico, el cual podrá ser verificado en un trabajo de grado posterior con un alcance diferente al actual.

De acuerdo con la comparación de las prefactibilidades de los proyectos de vivienda, se concluye que el proyecto tradicional es menos atractivo en comparación con un proyecto sostenible, ya que la diferencia en las cajas en el presente es del 0.70%, variación que se considera suficiente para optar por el análisis a profundidad del proyecto de construcción de vivienda NO VIS ambientalmente sostenible en la ciudad de Bogotá.

Teniendo en cuenta los resultados arrojados por el modelo Q2R al momento de realizar la comparación de las prefactibilidades entre un proyecto de construcción de vivienda tradicional y uno sostenibles, se concluye que la razón para el poco desarrollo de proyectos de construcción de

viviendas ambientalmente sostenibles no es de carácter económica, considerando que la diferencia entre las cajas en el presente teóricas de ambos tipos de proyectos es (0.70%) a favor del proyecto sostenible, considerando las variables mencionadas en el análisis capítulo 13.3.

## 15 RECOMENDACIONES.

En el presente capítulo se exponen las recomendaciones que se obtuvieron luego del proceso educativo realizado durante el desarrollo del presente trabajo de grado, estas envuelven temas como las construcciones de viviendas sostenibles en la ciudad de Bogotá, las certificaciones LEED y EDGE, la operatividad y forma de uso del modelo teórico Q2R. Las recomendaciones se desprenden de los alcances y los hallazgos obtenidos en el presente trabajo de grado.

Puesto que las empresas certificadoras realizan una auditoria final a los proyectos de construcción, para verificar que si se haya cumplido con lo establecido en el anteproyecto y teniendo en cuenta que en los 4 proyectos con certificación EDGE de los 6 que se encontraron en Bogotá - Colombia (hasta diciembre del 2019) construyen viviendas NO VIS, se concluye que para obtener este tipo de certificación la mejor opción es desarrollar este tipo de proyectos, debido a que de esta forma el desarrollador y el promotor del proyecto puede encargarse de cumplir con todas las especificaciones requeridas y establecidas en los anteproyectos con los que se obtuvieron las certificaciones preliminares. Sin embargo, sí los anteproyectos de un proyecto VIS cumple con los insumos y materiales proporcionados por la empresa constructora para los ahorros requeridos, será posible llevar a cabo un proyecto de construcción sostenible VIS, aunque en este caso será necesario llevar a cabo un análisis de costos riguroso, puesto que el precio de ventas se encuentra restringido a tope máximos por el gobierno nacional y su utilidad podría verse comprometida.

Considerando que la validación del modelo teórico Q2R fue realizada por profesionales del sector de la construcción de viviendas, se concluye que entre más alto sea el nivel de estudios y el cargo que desempeñen, mejor será la interpretación y el aprovechamiento de los datos

arrojados por el modelo, es por esto que se recomienda que el modelo sea utilizado por profesionales que ejerzan como analistas de proyectos de construcción de vivienda.

De acuerdo con las pruebas realizadas al modelo Q2R se recomienda que los datos utilizados para modelar los distintos escenarios de los proyectos analizados sean verificados de manera profunda y juiciosa, lo anterior con el fin de ingresar datos reales y que sean acorde a las condiciones específicas de cada proyecto, para de esta manera obtener datos certeros.

De acuerdo con las recomendaciones de algunos expertos, el modelo Q2R puede ser ampliado y podría llegar a ser tan complejo como lo desee el desarrollador. Para este caso se recomienda tener definidas las necesidades específicas de cada analista, ya que de esto dependerá la complejidad del modelo.

Se recomienda que el modelo Q2R sea utilizado en proyectos de construcciones de viviendas NO VIS desarrollados en estratos 4, 5 o 6 en la ciudad de Bogotá – Colombia. Ya que los materiales y los diseños arquitectónico que se requieren para cumplir con las exigencias realizadas por las empresas certificadoras (LEED y EDGE), suelen aumentar el costo del proyecto.

Se recomienda que el modelo Q2R se utilice en la etapa de preinversión, más específicamente en la fase 1 de prefactibilidad – ingeniería conceptual del proyecto analizado, ya que de acuerdo con la forma en la que fue concebido el modelo, este cuenta con la capacidad de modelar distintos escenarios y así brindar una perspectiva más amplia al analista que lo utilice, para llevarlo a tomar decisiones basándose en los datos presentados por el mismo.

## 16 TRABAJOS FUTUROS

Dado el alcance y las restricciones planteadas para el presente trabajo de grado, se presenta esta sección como un aclarativo de lo que se puede lograr en proyectos futuros que tengan otros alcances, pero que envuelvan el modelo Q2R, los proyectos de construcciones de viviendas ambiental y económicamente sostenible y las certificaciones LEED y EDGE, siempre y cuando se realicen las adecuaciones y modificaciones necesarias al modelo teórico, en donde se incluyan variables con mayor nivel de detalle y mayor flexibilidad acorde a la fase o etapa en la que se encuentre el proyecto de construcción de vivienda sostenibles que se desee analizar en la ciudad de Bogotá.

Es importante tener en cuenta que el modelo teórico puede ser desarrollado y ampliado según las necesidades que se tengan y el alcance que se le desee dar, así como la complejidad y la etapa del proyecto que se esté analizando. Es decir, el modelo puede ser tan complejo como el analista y el alcance del trabajo de grado lo requiera.

A continuación, se describen algunos ejemplos de las adiciones y/o mejoras que se pueden hacer al producto del presente trabajo de grado con objetivos académicos o corporativos:

1. Generar los flujos de caja mes a mes con el fin de traer al presente los indicadores de bondad del proyecto a través del tiempo.
2. Darle al analista diferentes posibilidades de financiación del proyecto pues el modelo fue construido buscando pagar la menor cantidad de intereses.
3. Si el modelo se ajusta para la fase 2 de factibilidad – ingeniería básica, se podría incluir en la pestaña “ventas proyectadas” los resultados arrojados por el estudio de mercado que se debe realizar en esta fase del proyecto de construcción.

4. Si el modelo se plantea para la fase 3 de estudios y diseños definitivos – ingeniería de detalle, se podría adicionar una hoja de cálculo en el modelo Q2R la cual contenga el presupuesto detallado del proyecto a analizar y de esta manera, poder verificar el impacto real de los sobrecostos de construir sosteniblemente.
5. Se presenta como idea de trabajo futuro la validación del modelo teórico propuesto en el sector real de la construcción, con el fin de demostrar el valor generado por el mismo para las compañías del sector.

## 17 BIBLIOGRAFÍA

- AACE International Education Board. (2007). *SKILLS & KNOWLEDGE OF COST ENGINEERING Fifth Edition Revised*. Dr. Scott Amos, PE.
- Abreu, J. (2014). El Método de la Investigación. En J. L. Abreu, *Daena: International Journal of Good Conscience* (págs. 195-204).
- Acevedo, H., Vásquez, A., & Ramírez, D. (2012). Sostenibilidad: Actualidad y necesidad en el sector de la construcción en Colombia. *Gestión y Ambiente, volumen 15 (Número 1)*, 105-118. Obtenido de <https://revistas.unal.edu.co>
- Adames Gonzáles, S. M., Sierra, J., Tarra Figueroa, H. R., & Sánchez, G. A. (2017). *Comparación Financiera entre Construcción Tradicional y construcción sostenible Para vivienda en el sector Sub Urbano del Municipio de Funza Cundinamarca*. Bogotá: Universidad Católica de Colombia.
- AEC. (s.f.). *Asociación Española para la Calidad*. Obtenido de Arquitectura Sostenible: <https://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/arquitectura-sostenible#:~:text=La%20arquitectura%20sostenible%20es%20aquella,uso%20y%20su%20derribo%20final.&text=Todo%20ello%20sin%20olvidar%20los,personas%20que%20habitan%20estos%20edificios>.
- AgroWin. (2011). *Agrowin.com*. Obtenido de <http://www.agrowin.com/documentos/manual-costos-de-produccion/MANUAL-COSTOS-AGROWIN-CAP1-2y3.pdf>
- Albis, M. A. (s.f.). *Ciclos y fases de la identificación de proyectos*. Barranquilla: Universidad del Norte.
- Álvarez Parajeles, E. A. (2011). *Herramienta para la estimación de costos en la construcción de viviendas para la empresa Fomento Urbano S.A.* Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Ingeniería en Construcción.
- Alzaga Peña, J. (29 de Abril de 2014). *Escuela de Organización Industrial*. Obtenido de Las 5 fases en Gestión de Proyectos: <https://www.eoi.es/blogs/embacon/2014/04/29/las-5-fases-en-gestion-de-proyectos/>
- Antoni Cladera, M. E. (2007). *Tecnologías y materiales de construcción para el desarrollo*. 03.
- Bautista Gordillo, J. D., & Loaiza Elizalde, N. F. (2018). *ANALISIS COSTO-BENEFICIO ENTRE LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS*. Bogotá D.C.: UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS.
- BBC. (31 de Mayo de 2019). *¿Cuántos países existen y por qué es tan difícil responder a esa pregunta?* Obtenido de <https://www.bbc.com/mundo/noticias-48153621>
- BBVA. (14 de 03 de 2018). *¿Que es la inversión?* Obtenido de BBVA: <https://www.bbva.com/es/que-es-la-inversion/>
- Bongiovanni, B. (2007). *Lifegate*. Obtenido de ECOSOFÍA.org: [www.ecosofia.org/2007/03/la\\_arquitectura\\_ecologica\\_10\\_principios.html](http://www.ecosofia.org/2007/03/la_arquitectura_ecologica_10_principios.html)
- Calvo Velez, D. (2007). *Modelos teóricos y representación del conocimiento*.
- Camara Colombiana de la Infraestructura. (Julio de 2016). *Camara Colombiana de la Infraestructura*. Obtenido de [https://infraestructura.org.co/bibliotecas/VPT/PREINVERSION%20EN%20PROYECTO%20S%20DE%20INFRAESTRUCTURA%20\(JULIO%202016\).pdf](https://infraestructura.org.co/bibliotecas/VPT/PREINVERSION%20EN%20PROYECTO%20S%20DE%20INFRAESTRUCTURA%20(JULIO%202016).pdf)
- CarbonBrief. (04 de 12 de 2019). *Analysis: Global fossil-fuel emissions up 0.6% in 2019 due to China*. Obtenido de <https://www.carbonbrief.org/analysis-global-fossil-fuel-emissions-up-zero-point-six-per-cent-in-2019-due-to-china>



- Carboni, Duncan, Gonzalez, Milsom, & Young. (2018). *Sustainable Project Management: The GPM Reference Guide*. United States of America: GPM Global.
- CCCS. (2018). *Consejo Colombiano de Construcción Sostenible*. Obtenido de <https://www.cccs.org.co/wp/capacitacion/talleres-de-preparacion-lead/>
- CCCS. (31 de 12 de 2018). *Programa LEED® en Colombia*. Obtenido de <https://www.cccs.org.co/wp/capacitacion/talleres-de-preparacion-lead/>
- CEUPE magazine. (s.f.). Obtenido de ¿Cómo elaborar un modelo financiero?: <https://www.ceupe.com/blog/como-elaborar-un-modelo-financiero.html>
- Coca, G. H. (2011). *UAEH*. Obtenido de [https://www.uaeh.edu.mx/docencia/P\\_Presentaciones/huejutla/sistemas/investigacion\\_operaciones/modelos.pdf](https://www.uaeh.edu.mx/docencia/P_Presentaciones/huejutla/sistemas/investigacion_operaciones/modelos.pdf)
- Consejo Colombiano de Construcción Sostenible. (s.f.). Obtenido de Caso de Negocio del LEED en Latinoamérica: <https://www.cccs.org.co/wp/download/caso-de-negocio-lead-latinoamerica/?wpdmdl=24728&refresh=609986c6a73371620674246>
- Corvo, H. S. (s.f.). *lifeder*. Obtenido de lifeder: <https://www.lifeder.com/coste-directo/>
- Council, U. G. (2019). *Announces Top 10 Countries and Regions for LEED Green Building*.
- DANE. (2019). *DANE INFORMACIÓN PARA TODOS*. Obtenido de [https://www.dane.gov.co/files/geoestadistica/Preguntas\\_frecuentes\\_estratificacion.pdf](https://www.dane.gov.co/files/geoestadistica/Preguntas_frecuentes_estratificacion.pdf)
- EcoHabitar. (2019). *EcoHabitar Actualidad*. Obtenido de <https://ecohabitar.org/arquitectura-bioclimatica-conceptos-y-tecnicas/>
- EDGE. (28 de 08 de 2020). Obtenido de <https://edge.gbci.org/>
- EDGE. (22 de 08 de 2020). *Certificar*. Obtenido de <https://edgebuildings.com/certify/?lang=es>
- El País. (27 de 06 de 2018). *El mundo perdió 15,8 millones de hectáreas de bosque tropical en 2017: el doble del tamaño de Andalucía*. Obtenido de [https://elpais.com/elpais/2018/06/26/planeta\\_futuro/1530040354\\_449192.html#:~:text=E1%20mundo%20perdi%C3%B3%20en%202017,doble%20el%20tama%C3%B1o%20de%20Andaluc%C3%ADa.&text=Los%20datos%20m%C3%A1s%20recientes%20indican,11%25%20de%20las%20emisiones%20anuale](https://elpais.com/elpais/2018/06/26/planeta_futuro/1530040354_449192.html#:~:text=E1%20mundo%20perdi%C3%B3%20en%202017,doble%20el%20tama%C3%B1o%20de%20Andaluc%C3%ADa.&text=Los%20datos%20m%C3%A1s%20recientes%20indican,11%25%20de%20las%20emisiones%20anuale)
- Eppen, G. S. (2000). *Construcción de modelos para la toma de decisiones con hojas de calculos electronicas*. Mexico: Pearson Prentice Hall.
- Equipo de redacción OIKOS. (01 de Febrero de 2019). *Arquitectura responsable, el presente y futuro del sector constructor*. Obtenido de OIKOS constructora: <https://www.oikos.com.co/constructora/noticias-constructora/el-futuro-del-sector-constructor>
- Felicísimo, A. M. (5 de Junio de 2013). *UNIOVI*. Obtenido de [http://www6.uniovi.es/~feli/CursoMDT/Tema\\_1.pdf](http://www6.uniovi.es/~feli/CursoMDT/Tema_1.pdf)
- Gandini, G. (Febrero de 2019). *Semana*. Obtenido de <https://www.semana.com/opinion/columnistas/articulo/la-vivienda-la-construccion-y-el-pib-por-gregorio-gandini/267622/>
- Giraldo, L. (11 de Mayo de 2018). *EN COLOMBIA, MÁS DE 122 EDIFICACIONES TIENEN CERTIFICACIÓN SOSTENIBLE*. Obtenido de ENOBRA: <https://enobra.com/noticias/122-edificaciones-tienen-certificacion-sostenible/>
- Grupo Argos. (01 de Diciembre de 2018). *Tendencias de construcción sostenible en Colombia 2019*. Obtenido de ARGOS: <https://colombia.argos.co/Acerca-de-Argos/Sostenibilidad/tendencias-de-construccion-sostenible-en-colombia-2019>

- Hábitat y desarrollo humano es una publicación del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, el Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos. (2004). *Hábitat y Desarrollo Humano*. Bogotá.
- Instituto Europeo de Posgrados. (s.f.). *Las Fases de la Gestión de un Proyecto*. Obtenido de <https://www.iep.edu.es/las-fases-de-la-gestion-de-un-proyecto/>
- Invest in colombia. (2020). *Colombia co*. Obtenido de [https://investincolombia.com.co/es/como-invertir/impuestos-en-colombia?\\_\\_cf\\_chl\\_jschl\\_tk\\_\\_=8743b1db40f62047d02352c99739ad2074510a1d-1625088292-0-AYMUKb\\_gkcgwO0JaFECyMJhLNHRlzlQ1JfBTwqPa5iuknk2qyHcf53qn9\\_qHTPHoU\\_CHscZ2wOwrJDO9NChkSQD-hiN7bYYB5Kjdaen5E\\_yCWJ](https://investincolombia.com.co/es/como-invertir/impuestos-en-colombia?__cf_chl_jschl_tk__=8743b1db40f62047d02352c99739ad2074510a1d-1625088292-0-AYMUKb_gkcgwO0JaFECyMJhLNHRlzlQ1JfBTwqPa5iuknk2qyHcf53qn9_qHTPHoU_CHscZ2wOwrJDO9NChkSQD-hiN7bYYB5Kjdaen5E_yCWJ)
- ISO. (2015). *NTC ISO 9000:2015*. Icontec International.
- Ley 388. (1997).
- Lopez, D. (10 de Mayo de 2018). *Economipedia*. Obtenido de <https://economipedia.com/definiciones/economia-azul.html>
- Malaver Jaramillo, N., & Ortiz Esguerra, N. (2018). *Análisis de las edificaciones sustentables como la mejor alternativa económica, social y ambiental para la construcción en Colombia*. Bogotá D.C: Trabajo de grado para optar a título de especialista, Universidad la Gran Colombia.
- Marín, J. A. (Mayo de 2010). *CÁMARA COLOMBIANA DE LA INFRAESTRUCTURA*. Obtenido de MADURACIÓN DE PROYECTOS: <https://infraestructura.org.co/memoriaseventos/debateobraspublicas/JORGE%20ALBERTO%20MARIN%20MADURACION%20DE%20PROYECTOS.pdf>
- Merino , M., & Pérez, J. (2015). *Definición*. Obtenido de <https://definicion.de/prefactibilidad/>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible . (Julio de 2012). *Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible* . Obtenido de [https://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/Sello\\_ambiental\\_colombiano/cartilla\\_criterios\\_amb\\_diseno\\_construc.pdf](https://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/Sello_ambiental_colombiano/cartilla_criterios_amb_diseno_construc.pdf)
- Ministerio de Economía y Finanzas . (s.f.). *PERÚ Ministerio de Economía y Finanzas* . Obtenido de [https://www.mef.gob.pe/es/?option=com\\_content&language=es-ES&Itemid=100674&view=article&catid=193&id=310&lang=es-ES](https://www.mef.gob.pe/es/?option=com_content&language=es-ES&Itemid=100674&view=article&catid=193&id=310&lang=es-ES)
- Minsiterio de Comercio, I. y. (05 de Junio de 2019). *Presidencia de la republica de Colombia*. Obtenido de <https://dapre.presidencia.gov.co/normativa/normativa/DECRETO%20957%20DEL%2005%20DE%20JUNIO%20DE%202019.pdf>
- Orozco Torres, J. (s.f.). *La Contabilidad de Costos*. Obtenido de [http://jotvirtual.ucoz.es/COSTOS/LA\\_CONTABILIDAD\\_DE\\_COSTOS.pdf](http://jotvirtual.ucoz.es/COSTOS/LA_CONTABILIDAD_DE_COSTOS.pdf)
- Pardo, A. L. (2020). *Introducción a la construcción sostenible*. Obtenido de <https://camacol.co/sites/default/files/documentos/Gu%C3%ADa%20Introducci%C3%B3n%20a%20la%20Construcci%C3%B3n%20Sostenible.pdf>
- PMK Digital Learning. (10 de 08 de 2020). *PMK Digital Learning* . Obtenido de <https://pmkvirtual.com/blog/stakeholders/>
- Portafolio. (16 de 02 de 2020). *El sector edificador rompería tendencia y crecería 2% en 2020*. Obtenido de <https://www.portafolio.co/economia/el-sector-edificador-romperia-tendencia-y-creceria-en-2020-538159>

- Posgrados, C. E. (s.f.). *CEUPE Magazine* . Obtenido de <https://www.ceupe.com/blog/como-elaborar-un-modelo-financiero.html>
- Real Academia Española . (2005). *Real Academia Española* . Obtenido de <https://www.rae.es/dpd/Latinoam%C3%A9rica>
- Restrepo, O. O. (2018). *Bogotá cómo vamos*. Obtenido de <https://bogotacomovamos.org/bogota-crece-hacia-arriba/>
- Richey, K., Echard, J., & Cha, C. (2009). *GAO cost estimating and assessment guide*. Washington D.C.
- Roldán, P. N. (08 de 06 de 2016). *ECONOMIPEDIA* . Obtenido de <https://economipedia.com/definiciones/impuesto.html>
- Roldán, P. N. (3 de Enero de 2019). *Economipedia*. Obtenido de <https://economipedia.com/definiciones/modelo-matematico.html>
- Rolleri, J. L. (20 de Mayo de 2013). *Scielo*. Obtenido de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-25382013000100007](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-25382013000100007)
- RSS. (18 de Agosto de 2019). *Responsabilidad Social Empresarial y Sustentabilidad*. Obtenido de Medio ambiente: qué es, definición, características, cuidado y carteles: <https://www.responsabilidadsocial.net/medio-ambiente-que-es-definicion-caracteristicas-cuidado-y-carteles/#:~:text=El%20medio%20ambiente%20es%20un,un%20lugar%20y%20momento%20determinado.>
- Sánchez Barraza, B. (2013). IMPLICANCIAS DEL MÉTODO DE COSTEO ABC. *Revista de la Facultad de Ciencias Contables*, 21(39), 65-73.
- SECRETARÍA DISTRITAL DE GOBIERNO. (2019). *Gobiernobogota*. Obtenido de [http://www.gobiernobogota.gov.co/sites/gobiernobogota.gov.co/files/instrumentos\\_gestion\\_informacion/caracterizacion\\_de\\_usuarios\\_2019.pdf](http://www.gobiernobogota.gov.co/sites/gobiernobogota.gov.co/files/instrumentos_gestion_informacion/caracterizacion_de_usuarios_2019.pdf)
- Secretaria Distrital de Hacienda. (2020). *SHD*. Obtenido de [https://www.shd.gov.co/shd/sites/default/files/files/PUNTO%209%20JUSTIFICACION%2093N%20INCREMENTO%20VALOR\(1\).pdf](https://www.shd.gov.co/shd/sites/default/files/files/PUNTO%209%20JUSTIFICACION%2093N%20INCREMENTO%20VALOR(1).pdf)
- Seguí, P. S. (2016). *OVACEN*. Obtenido de <https://ovacen.com/historia-de-la-vivienda-a-traves-del-tiempo/>
- Semana. (20 de Mayo de 2016). *¿Por qué se necesitan más viviendas sostenibles en el futuro?* Obtenido de <https://www.semana.com/economia/articulo/la-necesidad-de-una-mayor-construccion-y-utilizacion-de-viviendas-sostenibles/223819/>
- U.S. Department of Energy. (2011). *COST ESTIMATING GUIDE*. Obtenido de <https://web.aacei.org/>
- U.S. Green Building Council. (2021). *usgbc*. Obtenido de <https://www.usgbc.org/tools/leed-certification/fees>
- U.S. Green Building Council. (s.f.). *An Introduction to LEED and Green Building*. US Green Building Council.
- United Nations Climate Change. (2020). *¿Qué es la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático?* Obtenido de United Nations Climate Change: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-convention/what-is-the-united-nations-framework-convention-on-climate-change>
- USGBC. (2020). *What is LEED?* Obtenido de <https://www.usgbc.org/help/what-leed>

Vasilachis de Gialdino, I. (2006). *ESTRATEGIAS DE INVESTIGACIÓN CUALITATIVA*.  
Barcelona: Gedilsa.

Vazquez, J. (s.f.). *Costos*. Aguilar.

VOLTA CHILE. (5 de Agosto de 2020). *VOLTA*. Obtenido de <https://www.voltachile.cl/cuales-son-las-diferencias-entre-la-economia-circular-y-lineal/>

*Wolter Kluwer*. (s.f.). Obtenido de Wolter Kluwer:

[https://guiasjuridicas.wolterskluwer.es/Content/Documento.aspx?params=H4sIAAAAAAEAMtMSbF1jTAAASMTc2NDtbLUouLM\\_DxbIwMDS0NDQ3OQQGZapUt-ckhlQaptWmJOcSoAzAteGDUAAAA=WKE#:~:text=Es%20un%20modelo%20de%20imputaci%C3%B3n,coste%20del%20producto%20o%20servicio.](https://guiasjuridicas.wolterskluwer.es/Content/Documento.aspx?params=H4sIAAAAAAEAMtMSbF1jTAAASMTc2NDtbLUouLM_DxbIwMDS0NDQ3OQQGZapUt-ckhlQaptWmJOcSoAzAteGDUAAAA=WKE#:~:text=Es%20un%20modelo%20de%20imputaci%C3%B3n,coste%20del%20producto%20o%20servicio.)