

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERÍAS, ECONOMÍA, ADMINISTRACIÓN Y NEGOCIOS
DOCTORADO EN GESTIÓN DE LA TECNOLOGÍA Y LA INNOVACIÓN



TESIS DOCTORAL

**DINÁMICA DE LA TRANSFERENCIA DE LAS
TECNOLOGÍAS LIMPIAS EN LA VIVIENDA SOCIAL
EN COLOMBIA**

ROLANDO ARTURO CUBILLOS GONZÁLEZ

Memoria para optar al título de:
Doctor en la Gestión de la Tecnología y la Innovación

Directora
Alejandra Cuadro Mejía
PhD.

Medellín, Colombia
2021

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERÍAS, ECONOMÍA, ADMINISTRACIÓN Y NEGOCIOS
DOCTORADO EN GESTIÓN DE LA TECNOLOGÍA Y LA INNOVACIÓN



TESIS DOCTORAL

DINÁMICA DE LA TRANSFERENCIA DE LAS
TECNOLOGÍAS LIMPIAS EN LA VIVIENDA SOCIAL
EN COLOMBIA

ROLANDO ARTURO CUBILLOS GONZÁLEZ

Memoria para optar al título de:
Doctor en la Gestión de la Tecnología y la Innovación

Directora
Alejandra Cuadro Mejía
PhD.

Medellín, Colombia
2021

19 de julio de 2021

Rolando Arturo Cubillos González

Declaro que este trabajo de grado no ha sido presentado con anterioridad para optar a un título, ya sea en igual forma o con variaciones, en esta o en cualquiera otra universidad”. Art. 92, párrafo, Régimen Estudiantil de Formación Avanzada.

Firma

A handwritten signature in black ink, written over a horizontal line. The signature is cursive and appears to read 'Rolando Cubillos'.

Dedicatoria

Dedico esta tesis doctoral:

A mis padres Arturo Cubillos y Olga González.

A mis hijos Nicolas Cubillos y Matías Cubillos.

Agradecimientos

En primer lugar, quiero agradecer a mi familia por todo su apoyo y acompañamiento en este proceso de tesis doctoral. A mi esposa Sandra Alarcón por toda su paciencia y comprensión. Ya que sin su apoyo este proceso no habría sido posible. Gracias mi querida “monstrua” por soportar este proceso tan dispendioso y a pesar de todo seguir a mi lado acompañándome con todo lo que implica una tesis doctoral.

En segundo lugar, quiero agradecerles a mis hijos, que, aunque pequeños supieron entender mi ausencia en todas esas horas dedicadas a mi tesis doctoral. A mi hijo Nicolás, porque espero que este trabajo sea leído por él en el futuro y lo inspiren a ser un gran hombre en las áreas de estudio que a él le interesen. A mi hijo Matías, porque su gran corazón me inspiró a seguir trabajando en los momentos de duda o desaliento. A sus abrazos y a sus palabras que, aunque siendo un niño me animaron a seguir y a creer y tener fe.

En tercer lugar, quiero agradecer muy especialmente a mi mamá y a mi papá quienes ocupan un gran lugar en mi corazón. Su apoyo incondicional a lo largo de mi vida en todos mis buenos y malos momentos, así como en la construcción de mis sueños ha sido de gran importancia para mi vida personal. Mil gracias mis queridos viejos por todo su apoyo.

En cuarto lugar, quiero agradecer a mi directora de tesis la PhD Alejandra Cuadros. Quien fue una guía en este camino de realizar una tesis doctoral. A ella mi más grande admiración y agradecimiento por todos sus consejos y paciencia conmigo.

Quiero agradecerles a mis compañeros de doctorado, en especial A Isabel Quintero, Manuel Valencia y Andrés Niño. Por sus aportes y largas tardes conversando y discutiendo de nuestras tesis doctorales. De ellos aprendí muchas cosas no solo en la parte académica sino para mi vida personal.

Finalmente, quiero agradecerles a todos los miembros de la Universidad Católica de Colombia, la Universidad Pontificia Bolivariana y la Escuela Politécnica IMED que me apoyaron en todas mis necesidades y requerimientos para realizar este doctorado y poder crecer como profesional y persona. A todos ellos un fuerte abrazo y un “Gracias” por todo lo que hicieron por mí.

Contenido

Índice de figuras	12
Índice de tablas	20
Actores participantes en la tesis doctoral.....	25
Resumen	27
Abstract.....	28
Estructura de la disertación.....	29
Capítulo 1.....	30
Introducción.....	30
1.1 Problema	30
1.1.1 Vacío de conocimiento	45
1.1.2 Justificación.....	45
1.2 Objetivos y Preguntas de investigación.....	47
1.3 Método de investigación.....	48
1.4 Alcance de la investigación	51
1.4.1 Alcance desde la perspectiva de la Vivienda Social.....	51
1.4.2 Alcance desde la perspectiva de la Transferencia Tecnológica	53
Capítulo 2.....	55
Marco teórico de la investigación.....	55
2.1 Revisión literaria	55
2.2 Constructos de investigación.....	62
2.2.1 La necesidad del diseño de constructos para comprender el contexto de la vivienda social.....	63

2.2.2 Constructo 1: Innovación.....	66
2.2.3 Constructo 2: Transferencia tecnológica	73
2.2.1	74
2.2.2	74
2.2.3	74
2.2.4 Constructo 3: Construcciones sostenibles	83
2.2.4	83
2.3 Marco teórico referencial	89
2.3.1 Aproximación al concepto de modelos de transferencia tecnológica.....	90
2.3.2 Transferencia tecnológica y su relación con la Dinámica de Sistemas	93
2.3.3 Síntesis del marco teórico referencial.....	95
2.4 Conclusiones capítulo 2	95
Capítulo 3.....	98
Marco empírico de investigación.....	98
3.1 Diseño de la encuesta.	98
3.1.1 Universo de estudio	100
3.1.2 Validación del piloto de la encuesta	105
3.1.3 Articulación de los constructos de estudio a la encuesta	106
3.1.3 Estructura de las secciones de la encuesta.....	108
3.2 Síntesis de los resultados del marco empírico de la investigación.....	119
3.3 Análisis estadístico de los resultados teóricos y empíricos	143
3.4 Análisis factorial exploratorio	144
3.5 Análisis factorial confirmatorio.....	153
3.6 Validación del Análisis factorial confirmatorio	158

3.3 Conclusiones del capítulo 3.....	159
Capítulo 4.....	165
Dinámica de la Transferencia de Tecnologías Limpias en la Vivienda Social	165
4.1 Introducción	165
4.2 Metodología	165
4.2.1 Formulación del modelo sistémico.....	166
4.2.1	167
4.2.2 Cuestionario de articulación.....	167
4.2.3 Cuestionario de Variables Soft.....	171
4.2.4 Diagramas causales.....	174
4.2.5 Modelación y simulación del modelo sistémico	178
4.2.6 Simulación del modelo sistémico.....	181
4.2.7 Diagrama de Forrester	183
4.3 Resultados de las simulaciones del modelo sistémico.....	184
4.3.1 Retardos.....	191
4.3.2 Validación del modelo sistémico.....	195
4.3.3 Test de Sensibilidad.....	195
4.4 Resultados Índices sobre flujo 1	200
4.4.1 Índice de capacidad tecnológica.....	200
4.4.2 Índice de nuevo conocimiento.....	200
4.4.3 Índice de dificultades de Innovación.....	201
4.4.4 Índice de innovación.....	201
4.5 Resultados Índices sobre Flujo 2	201
4.5.1 Índice de capacidad tecnológica.....	201

4.5.2	Índice de nuevo conocimiento	201
4.5.3	Índice de dificultades de Innovación	202
4.5.4	Índice de innovación.....	202
4.5.5	Test de Transparencia.....	202
4.6	Conclusiones del capítulo 4	204
Capítulo 5.....		208
Conclusiones.....		208
5.1	Respuesta a las preguntas	208
5.1.1	¿Cuál es la dinámica que se presenta en el proceso de transferencia de tecnologías limpias en la Vivienda Social en Colombia?.....	208
5.1.2	¿Qué modelos de transferencia de tecnologías limpias se aplican en la Vivienda Social? 210	
5.1.3	¿Qué características tienen los modelos de transferencia de tecnologías limpias que se aplican en la Vivienda Social?	211
5.1.4	¿Qué alternativa se identifica para responder a la dinámica de la transferencia de tecnologías limpias en la Vivienda Social?	211
5.2	Análisis de los Resultados	212
5.3	Contribución al nuevo conocimiento.....	213
5.4	Oportunidades y trabajos futuros	215
5.5	Observaciones finales	217
Referencias		217
Anexo 1.....		234

Índice de figuras

Figura 1- Producción de vivienda social en los principales países de Latinoamérica. Elaboración propia basado en los datos de (MINVU 2019 - Chile / Centro Urbano 2019 – México / DANE 2019 – Colombia / CAIXA 2019 – Brasil).	33
Figura 2. Sistemas constructivos utilizados en la producción de vivienda VIS en Bogotá. Elaboración propia basado en los datos históricos de (DANE, 2020c).....	42
Figura 3. Sistemas constructivos utilizados en la producción de vivienda VIS en Medellín. Elaboración propia basado en los datos históricos de (DANE, 2020c).....	42
Figura 4. Sistemas constructivos utilizados en la producción de vivienda VIS en Cali. Elaboración propia basado en los datos históricos de (DANE, 2020c).....	43
Figura 5. Sistemas constructivos utilizados en la producción de vivienda VIS en Barranquilla. Elaboración propia basado en los datos históricos de (DANE, 2020c).....	43
Figura 6. Síntesis de los objetivos en respuesta a las preguntas de investigación.....	48
Figura 7. Selección del paradigma de investigación. Elaboración propia basado en (Dudovskiy, 2016).....	48
Figura 8. Sistemas de producción de vivienda y selección del alcance de estudio. Elaboración propia basado en (Keivani & Werna, 2001a, 2001b).	52
Figura 9. Definición de constructo. Elaboración propia basado en los conceptos de (Speser, 2006).....	62
Figura 10. Cambios que conducen a mejoras en los parámetros comerciales de una firma constructora. Elaboración propia basado en la figura de (Davis et al., 2016).....	67
Figura 11. Modelo de innovación. Elaboración propia basado en el modelo de (Sexton et al., 2001).....	69
Figura 12. Clasificación general de las tecnologías sostenibles. Elaboración propia basado en (Fu et al., 2018)	79
Figura 13. Tecnologías limpias aplicadas al sector de la vivienda social. Fuente: elaboración propia basado en (DCTI, EuPD Research, 2013).....	80

<i>Figura 14. Evolución de las políticas públicas colombianas en materia de desarrollo sostenible a nivel urbano Fuente: elaboración propia.</i>	82
Figura 15. Evento presencial. Elaboración propia.....	103
Figura 16 Evento presencial. Elaboración propia.....	104
Figura 17 Evento presencial. Elaboración propia.....	104
Figura 18 Evento presencial. Elaboración propia.....	105
Figura 19. Diagrama de VENN. Relación teórica entre constructos. Elaboración propia.	107
Figura 20. Cantidad de empleados firmas constructoras (Valencia Ricón, 2019).....	120
Figura 21. Tipo de sociedad de las firmas constructoras (Valencia Ricón, 2019).	121
Figura 22. Procesos de innovación en las firmas constructoras (Valencia Ricón, 2019)..	121
Figura 23. Tipo de Procesos de desarrollos en innovación en las firmas constructoras (Valencia Ricón, 2019)	122
Figura 24. Departamentos I+D+i en las firmas constructoras (Valencia Ricón, 2019).....	122
Figura 25. Compra o desarrollo de patentes en las firmas constructoras (Valencia Ricón, 2019).....	123
Figura 26. Compra o desarrollo de productos en las firmas constructoras (Valencia Ricón, 2019).....	123
Figura 27. Compra o desarrollo de nueva tecnología en las firmas constructoras (Valencia Ricón, 2019).	124
Figura 28. Dificultades para innovar en las firmas constructoras (Valencia Ricón, 2019).	124
Figura 29. Personal de investigación en las firmas constructoras (Valencia Ricón, 2019).	125
Figura 30. Personal de investigación que esta categorizado en Colciencias en las firmas constructoras (Valencia Ricón, 2019).	125
Figura 31. Personal de investigación con laboratorios propios en las firmas constructoras (Valencia Ricón, 2019).....	126
Figura 32. Participación en eventos de carácter tecnológico en las firmas constructoras (Valencia Ricón, 2019).....	126

Figura 33. Participación en eventos de carácter tecnológico en las firmas constructoras (Valencia Ricón, 2019).....	127
Figura 34. Acuerdos o contratos de transferencia tecnológica en las firmas constructoras (Valencia Ricón, 2019).....	127
Figura 35. Estrategias de producto orientadas a tecnologías limpias en las firmas constructoras (Valencia Ricón, 2019).	128
Figura 36. Adopción de nuevas tecnologías y su tiempo de evaluación en las firmas constructora. (Valencia Ricón, 2019).	128
Figura 37. Percepción de adaptación frente a las nuevas tecnologías en las firmas constructoras (Valencia Ricón, 2019).	129
Figura 38. Aporte de las tecnologías limpias a las firmas constructoras (Valencia Ricón, 2019).	129
Figura 39. Estudios de mercado en los últimos 5 años en las firmas constructoras (Valencia Ricón, 2019).	130
Figura 40. Desarrollo de proyectos orientados a construcciones sostenibles en las firmas constructoras. (Valencia Ricón, 2019).	130
Figura 41. Aplicación de la normativa de construcciones sostenibles en las firmas constructoras. (Valencia Ricón, 2019).	131
Figura 42. Aplicación de la normativa existente en las firmas constructoras. (Valencia Ricón, 2019).	132
Figura 43. Aplicación de tecnologías sostenibles en las firmas constructoras (Valencia Ricón, 2019).	133
Figura 44. Aplicación de tecnologías sostenibles en las firmas constructoras (Valencia Ricón, 2019).	133
Figura 45. Impacto económico en la ejecución de proyectos ten las firmas constructoras (Valencia Ricón, 2019).....	134
Figura 46. Aplicación de tipos de tecnologías en las firmas constructoras (Valencia Rincón, 2019).....	134

Figura 47. Aplicación de tipos de tecnología en las firmas constructoras. (Valencia Rincón, 2019).....	135
Figura 48. Participación de las firmas constructoras VIS que aplican diferentes tipos de tecnologías (Valencia Rincón, 2019).	135
Figura 49. Firmas VIS que conocen otro tipo de certificaciones energéticas (Valencia Rincón, 2019).....	136
Figura 50. Participación de firmas constructoras VIS que consideran la certificación “CASA Colombia” (Valencia Rincón, 2019).	136
Figura 51. Participación de firmas constructoras VIS que carecen o desarrollan producción en serie en procesos constructivos tradicionales (Valencia Rincón, 2019).....	137
Figura 52. Participación en eventos de carácter tecnológico en las firmas constructoras. (Valencia Rincón, 2019).....	137
Figura 53. Participación en eventos de carácter tecnológico en las firmas constructoras. (Valencia Rincón, 2019).....	138
Figura 54. Participación de las firmas constructoras VIS en la aplicación de tecnologías limpias en Colombia (Valencia Rincón, 2019).	139
Figura 55. Participación en eventos de carácter tecnológico en las firmas constructoras. (Valencia Rincón, 2019).....	140
Figura 56. Participación de las firmas constructoras que aplican tecnologías limpias (Valencia Rincón, 2019).....	140
Figura 57. Participación de las firmas constructoras VIS que tienen experiencia en procesos de innovación en Colombia (Valencia Rincón, 2019).....	141
Figura 58. Participación de las firmas constructoras que tienen experiencia en procesos de innovación en Colombia (Valencia Rincón, 2019).	141
Figura 59. Participación de las firmas constructoras VIS que consideran los aspectos que dificultan poder innovar en Colombia (Valencia Rincón, 2019).....	142
Figura 60. Participación de las firmas constructoras VIS que consideran los procesos de transferencia tecnológica como beneficio en Colombia (Valencia Rincón, 2019).	142

Figura 61. Participación de las firmas constructoras VIS que consideran que la compra de tecnología les genera nuevos desarrollos en los procesos de innovación en Colombia (Valencia Rincón, 2019).....	143
<i>Figura 62. Estructura del modelo teórico de relaciones para el análisis factorial exploratorio. Elaboración propia.</i>	146
<i>Figura 63. Resultados Análisis Factorial Exploratorio de los Constructos de estudio – Variables finales del Path Model. Elaboración propia desarrollado en el software Amos-SPSS.</i>	151
<i>Figura 64. Resultados Análisis Factorial Exploratorio de los Constructos de estudio – Configuración de las variables del Path Model. Elaboración propia desarrollado en el software EQS 6.3.</i>	152
Figura 65. Resultados Análisis Factorial Confirmatorio de los Constructos de estudio – Configuración de las variables del Path Model. Elaboración propia desarrollado en el software EQS.....	154
Figura 66. Resultados Análisis Factorial Confirmatorio de los Constructos de estudio – Variables finales del Path Model. Elaboración propia desarrollado en el software Amos-SPSS.	155
Figura 67 Metodología de dinámica de sistemas para el Diseño del modelo sistémico. Elaboración propia basado en (Braun, 2002; J. Forrester, 2009; J W Forrester, 1995; Jay W. Forrester, 1971, 2007; Martinez-Moyano, 2012; Saeed, 1998; Sterman, 2000; Zagonel & Corbet, 2006).....	166
Figura 68. Diagrama de orientación de los eventos. Elaboración propia.	174
Figura 69. Diagrama causal Constructo 1 - Innovación. Elaboración propia.....	176
Figura 70. Diagrama causal Constructo 2 – transferencia tecnológica. Elaboración propia.	177
Figura 71. Diagrama causal Constructo 3 – construcciones sostenibles. Elaboración propia.	178
Figura 72. Árbol causal Nivel 1 - Innovación. Vensim 8.1.2.....	179
Figura 73. Árbol de flujo Nivel 1 - Innovación. Vensim 8.1.2.....	179

Figura 74. Árbol causal Nivel 2 – Transferencia tecnológica. Vensim 8.1.2.....	179
Figura 75. Árbol de flujo Nivel 2 – Transferencia Tecnológica. Vensim 8.1.2	180
Figura 76. Árbol causal Nivel 3 – Construcciones Sostenibles. Vensim 8.1.2	180
Figura 77. Árbol de flujo Nivel 3 – Construcciones sostenibles. Vensim 8.1.2.....	180
Figura 78. Árbol causal Flujo 1 – Estrategia de Mercado y Modelo de Transferencias. Vensim 8.1.2	180
Figura 79. Árbol de flujo Flujo1 – Estrategia de Mercado y Modelo de Transferencia. Vensim 8.1.2	181
Figura 80. Árbol de flujo Flujo2 – Perfil de la Organización y Desarrollo de Proyecto. Vensim 8.1.2	181
Figura 81. Árbol de flujo Flujo2 – Perfil de la Organización y Desarrollo de Proyecto. Vensim 8.1.2	181
Figura 82. Diagrama de Forrester del Modelo de Dinámica de Sistemas sobre la Transferencia de Tecnologías Limpias en la Vivienda Social. Elaboración propia a partir de la utilización del software Vensim 8.1.2.	183
Figura 83 Resultados gráficos del comportamiento del constructo 1 innovación. Elaboración propia a partir de la utilización del software Vensim 8.1.2.	186
Figura 84 Resultados gráficos del comportamiento del constructo 2 Transferencia Tecnológica. Elaboración propia a partir de la utilización del software Vensim 8.1.2.	187
Figura 85 Resultados gráficos del comportamiento del constructo 3 Construcciones sostenibles. Elaboración propia a partir de la utilización del software Vensim 8.1.2.	188
Figura 86 Resultados gráficos del comportamiento del Flujo 1 estrategia de Mercado y Modelo de Transferencia . Elaboración propia a partir de la utilización del software Vensim 8.1.2.	189
Figura 87 Resultados gráficos del comportamiento del Flujo 2 Perfil de la Organización y Desarrollo de Proyecto. Elaboración propia a partir de la utilización del software Vensim 8.1.2.	190
Figura 88 Retraso de la evaluación de una tecnología limpia aplicado al flujo 1 Estrategia de Mercado y Modelo de Transferencia.....	193

Figura 89 Gráfica de barras del Retraso de la adaptación de una tecnología limpia aplicado al flujo 1 Estrategia de Mercado y Modelo de Transferencia.....	193
Figura 90 Retraso de la adaptación de una tecnología limpia aplicado al flujo 2 Perfil Organizacional y Desarrollo de proyecto.	194
Figura 91 Gráfica de barras del Retraso de la adaptación de una tecnología limpia aplicado al flujo 2 Perfil Organizacional y Desarrollo de proyecto.....	195
Figura 92 Resultados de la prueba de sensibilidad del índice de capacidad tecnológica sobre el Flujo 1 Estrategia de Mercado y Transferencia Tecnológica. Elaboración propia a partir de la utilización del software Vensim 8.1.2.	196
Figura 93 Resultados de la prueba de sensibilidad del índice de nuevo conocimiento sobre el Flujo 1 Estrategia de Mercado y Transferencia Tecnológica. Elaboración propia a partir de la utilización del software Vensim 8.1.2.	197
Figura 94 Resultados de la prueba de sensibilidad del índice de dificultad de innovación sobre el Flujo 1 Estrategia de Mercado y Transferencia Tecnológica. Elaboración propia a partir de la utilización del software Vensim 8.1.2.	197
Figura 95 Resultados de la prueba de sensibilidad del índice de Innovación sobre el Flujo 1 Estrategia de Mercado y Transferencia Tecnológica. Elaboración propia a partir de la utilización del software Vensim 8.1.2.	198
Figura 96 Resultados de la prueba de sensibilidad del índice de capacidad tecnológica sobre el Flujo 2 Perfil de la Organización y Desarrollo del Proyecto. Elaboración propia a partir de la utilización del software Vensim 8.1.2.	198
Figura 97 Resultados de la prueba de sensibilidad del índice de conocimiento sobre el Flujo 2 Perfil de la Organización y Desarrollo del Proyecto. Elaboración propia a partir de la utilización del software Vensim 8.1.2.	199
Figura 98 Resultados de la prueba de sensibilidad del índice de dificultad de innovación sobre el Flujo 2 Perfil de la Organización y Desarrollo del Proyecto. Elaboración propia a partir de la utilización del software Vensim 8.1.2.	199

Figura 99 Resultados de la prueba de sensibilidad del índice de Innovación sobre el Flujo 2 Perfil de la Organización y Desarrollo del Proyecto. Elaboración propia a partir de la utilización del software Vensim 8.1.2.	200
Figura 100 Modelo para la implementación de una estrategia de innovación por medio de la transferencia tecnológica. Fuente: (R.-A. Cubillos-González, 2019).....	216

Índice de tablas

Tabla 1. Distribución de la población mundial. Elaboración propia basado en datos de la (ONU, 2019).....	31
Tabla 2. Población en barrios marginales a nivel mundial. Elaboración propia.	32
Tabla 3. Población en barrios marginales en el continente americano. Elaboración propia.	32
Tabla 4. Número de proyectos certificados en EDGE entre 2017 al 2020. Elaboración propia basado en (Forero, 2020)	38
Tabla 5. Usos de las edificaciones certificadas en EDGE entre 2017 al 2020. Elaboración propia basado en (Forero, 2020).....	38
Tabla 6. Número de proyectos certificados parciales y finales EDGE entre 2017 a 2020. Elaboración propia basado en (Forero, 2020)	39
Tabla 7. Proyectos postulados a la certificación LEED en Colombia periodo 2008 a 2020. Elaboración propia basado en los datos de (USGBC, 2020).....	39
Tabla 8. Proyectos de vivienda postulados a la certificación LEED periodo 2008 a 2020. Elaboración propia basado en los datos de (USGBC, 2020).....	40
Tabla 9. Proyectos de vivienda postulados y aprobados a la certificación LEED periodo 2008 a 2020. Elaboración propia basado en los datos de (USGBC, 2020).	40
Tabla 10. Estructura metodológica de la investigación doctoral. Elaboración propia.	50
Tabla 11. Proceso metodológico. Elaboración propia basado en los lineamientos de (Caruth, 2013; Creswell, 2014; Dudovskiy, 2016).....	50
Tabla 12. Palabras clave de búsqueda en inglés. Elaboración propia.....	57
Tabla 13. Palabras clave en español. Elaboración propia.	57
Tabla 14. Algoritmos de búsqueda de la información estructurada en base de datos indexada. Elaboración propia.....	59
Tabla 15. Fases de selección de los artículos de soporte del marco teórico con el Método PRISMA. Elaboración propia.....	60
Tabla 16. 20 mejores autores internacionales que estudian los temas de la tesis doctoral ..	60
Tabla 17. 20 mejores países que estudian los temas de la tesis doctoral.....	61

Tabla 18. 20 mejores países que estudian los temas de la tesis doctoral.....	61
Tabla 19. Identificación del concepto de tecnología limpia en la normativa colombiana parte 1. Fuente: elaboración propia.	81
Tabla 20. Identificación del concepto de tecnología limpia en la normativa colombiana parte 2. Fuente: elaboración propia.	82
Tabla 21. Clasificación de los modelos de transferencia Tecnológica según (Hilkevics & Hilkevics, 2017)	91
Tabla 22. Clasificación de los modelos de transferencia Tecnológica según (Hilkevics & Hilkevics, 2017)	91
<i>Tabla 23. Clasificación de los modelos de transferencia Tecnológica según (Hilkevics & Hilkevics, 2017).....</i>	<i>91</i>
Tabla 24. Clasificación de los modelos de transferencia tecnológica según (Wahab et al., 2009).....	92
Tabla 25. Revisión literaria de métodos cuantitativos más utilizados en el estudio de la Traserencia Tecnológica relacionados con sus unidades de análisis. Elaboración propia..	94
Tabla 26. Porcentajes de los métodos cuantitativos más usados en el estudio de la Transferencia Tecnológica relacionados con las unidades de análisis. Elaboración propia.	94
Tabla 27. Estructura del marco teórico referencial. Elaboración propia	95
Tabla 28. Ficha técnica de la encuesta, (Valencia Ricón, 2019).	99
Tabla 29. Tamaño de las firmas constructoras y su participación en el mercado. Elaboración propia basado en los datos de (Camara Colombiana de la Construccion - CAMACOL, 2018)	100
Tabla 30. Cálculo de población finita. Elaboración propia.	101
Tabla 31. Cálculo de error de población finita. Elaboración propia.....	101
Tabla 32. Resumen proceso de encuesta la industria de la construcción. Elaboración propia.	102
Tabla 33. Fases de recolección de datos de la encuesta. Elaboración propia.....	103
Tabla 34. Panel de expertos industria de la construcción en el sector VIS. Elaboración propia.	105

Tabla 35. Resumen procesamiento de casos prueba piloto encuesta.....	106
Tabla 36. Resultado prueba de fiabilidad prueba piloto encuesta	106
Tabla 37. Atributos, relaciones y canales del constructo 1 Innovación. Elaboración propia basado en la revisión literaria.	107
Tabla 38. Atributos, relaciones y canales del constructo 2 transferencia Tecnológica. Elaboración propia basado en la revisión literaria.....	108
Tabla 39. Atributos, relaciones y canales del constructo 3 Construcciones sostenibles. Elaboración propia basado en la revisión literaria.....	108
Tabla 40. Estructura del instrumento de recolección de datos para el sector construcción. Elaboración propia.....	111
Tabla 41 Codificación de las variables de estudio del instrumento de encuesta – Sección 1. Elaboración propia.....	112
Tabla 42. Codificación de las variables de estudio del instrumento de encuesta – Sección 2. Elaboración propia.....	114
Tabla 43. Codificación de las variables de estudio del instrumento de encuesta – Sección 3A. Elaboración propia.....	114
Tabla 44. Codificación de las variables de estudio del instrumento de encuesta – Sección 3B. Elaboración propia.....	115
Tabla 45. Codificación de las variables de estudio del instrumento de encuesta – Sección 3C. Elaboración propia.....	116
Tabla 46. Codificación de las variables de estudio del instrumento de encuesta – Sección 4A. Elaboración propia.....	117
Tabla 47. Codificación de las variables de estudio del instrumento de encuesta – Sección 4B. Elaboración propia.....	118
Tabla 48. Resumen procesamiento de casos encuesta final. Elaboración propia a partir del análisis de datos en el software IBM SPSS Statistics V23.0.....	119
Tabla 49. Resultado prueba de fiabilidad encuesta final. Elaboración propia a partir del análisis de datos en el software IBM SPSS Statistics V23.....	120

<i>Tabla 50. Indicador de validez de la Prueba de KMO. Elaboración propia basado en (Grupo de Petrología Aplicada, 2020).</i>	148
<i>Tabla 51. Indicador de validez de la Prueba de esfericidad de Bartlett. Elaboración propia basado en (Grupo de Petrología Aplicada, 2020).</i>	148
<i>Tabla 52. Prueba de KMO y Bartlett Constructo 1 - Innovación. Elaboración propia a partir del análisis de datos en el software IBM SPSS Statistics V23.0.</i>	148
<i>Tabla 53 Prueba de KMO y Bartlett Constructo 2 – Transferencia Tecnológica. Elaboración propia a partir del análisis de datos en el software IBM SPSS Statistics V23.0</i>	149
<i>Tabla 54 Prueba de KMO y Bartlett Constructo 3 – Construcciones sostenibles. Elaboración propia a partir del análisis de datos en el software IBM SPSS Statistics V23.0</i>	149
<i>Tabla 55. Factores resultados del análisis factorial exploratorio constructo 1 - innovación. Elaboración propia.</i>	150
<i>Tabla 56. Factores resultados del análisis factorial exploratorio constructo 2- Transferencia Tecnológica. Elaboración propia.</i>	150
<i>Tabla 57 Factores resultados del análisis factorial exploratorio constructo 3 – Construcciones sostenibles. Elaboración propia.</i>	151
<i>Tabla 58. Análisis Factorial Confirmatorio - Calculo de media, desviación estándar y población. Elaboración propia basado en los datos del software Amos-SPSS y EQS.</i>	156
<i>Tabla 59. Análisis Factorial Confirmatorio. Resultados de Alfa, Varianza Extraída e Índice de fiabilidad Compuesta. Elaboración propia basado en los datos del software EQS.</i>	157
<i>Tabla 60. Análisis Factorial Confirmatorio. Validación de datos de solución estandarizada - Método robusto del software Amos- SPSS.</i>	157
<i>Tabla 61. Medidas de validez del modelo. Elaboración propia a partir de la herramienta Master Validity Tool en AMOS – SPSS (Gaskin & Lim, 2016).</i>	158
<i>Tabla 62 Identificación de las variables claves del modelo sistémico. Elaboración propia.</i>	169
<i>Tabla 63 identificación Variables Soft. Elaboración propia.</i>	172
<i>Tabla 64 identificación de las variables cualitativas. Elaboración propia.</i>	173
<i>Tabla 65 Resultado 1 – innovación / Transferencia Tecnológica.</i>	184

Tabla 66 Resultado 2 – innovación / Construcciones sostenibles	184
Tabla 67 Resultado 3 Innovación Flujo 1	185
Tabla 68 Resultado 4 Innovación / Flujo 2.....	185
Tabla 69 Resultado 5 Flujo 1 / Flujo 2	185
Tabla 70 Índices de sensibilidad del modelo sistémico. Elaboración Propia.	196
Tabla 71 Prueba de transparencia – Información del modelo. Software SDM-Doc Tool (Oliva R., 2002)	203
Tabla 72 Prueba de transparencia – tipo de variables. Software SDM-Doc Tool (Oliva R., 2002).....	203
Tabla 73 Resumen de las contribuciones al nuevo conocimiento de la investigación. Elaboración propia.....	214

Actores participantes en la tesis doctoral

Investigador:

- PhD / MCs / BArch. Rolando Arturo Cubillos González. Docente, Universidad Católica de Colombia.

Grupos de investigación:

- Grupo de Investigaciones en Proyectos GIP3, Doctorado en Gestión de la Tecnología y la Innovación. Universidad Pontificia Bolivariana.
- Grupo de investigación en Hábitat Sustentable, Diseño Integrativo y Complejidad. Facultad de Diseño, Universidad Católica de Colombia.

Docentes Comité Tutorial:

- Ing. Alejandra Cuadros Mejía, PHD. Universidad Pontificia Bolivariana. (directora).
- Ing. Luciano Gallón, PHD. Universidad Pontificia Bolivariana. (Tutor).
- Arq. Juan José Cuervo PHD. Universidad Pontificia Bolivariana. (Tutor).

Proyectos de investigación que apoyaron la tesis doctoral:

- Modelo de gestión de tecnologías limpias en la vivienda de interés social en Colombia. Proyecto de formación investigativa. CIDI, Universidad Pontificia Bolivariana.

- Tecnologías Limpias en el sector de la construcción de la Vivienda de Interés Social en Colombia – Fase 1. CIFAR, Facultad de Diseño, Universidad Católica de Colombia.
- Tecnologías limpias – Fase 2: El impacto de la Transferencia de las Tecnologías Limpias en la Vivienda Social en Brasil y Colombia. CIFAR, Facultad de Diseño, Universidad Católica de Colombia.
- Incorporación de tecnologías limpias en la construcción de viviendas de interés social en Rio Grande do Sul – Brasil. Programa de Posgrado, Maestría en Arquitectura y Urbanismo, Escuela Politécnica IMED, Passo Fundo, Brasil. Proyecto financiado por la Fundación de Apoyo a la Investigación del Estado de Rio Grande do Sul (FAPERGS) Edital 04/2019 – Auxílio Recém Doutor - ARD (Processo: 19/2551-0001282-9).

Resumen

Durante las últimas dos décadas, los programas de vivienda social se han relacionado directamente con el concepto de construcción sustentable. Con ello, se ha buscado implementar una serie de estrategias para reducir los efectos del cambio climático en los procesos constructivos tradicionales. Por ejemplo, la regulación de los edificios sostenibles en Colombia se ha centrado en los recursos de construcción. Entonces, el factor de tecnologías limpias gana importancia en el sector de la vivienda social en Colombia. Porque los gerentes de las empresas constructoras desconocen los procesos de transferencia de estas tecnologías. Otro factor es el impulso a la innovación en el sector de la construcción. Esos factores implican una dinámica para agregar a las empresas constructoras. ¿Cuál es la dinámica de la transferencia de tecnologías limpias en el sector de la vivienda social en Colombia? Esta tesis tiene como objetivo dar respuesta a esta pregunta de investigación. El método utilizado en esta investigación es cuantitativo-cualitativo. Se utilizó el método PRISMA para realizar una revisión la literatura. Además, se aplicaron métodos de análisis multivariante y dinámica de sistemas para desarrollar el trabajo de investigación. El resultado fue un modelo de dinámica de sistemas para la transferencia de tecnologías limpias en el sector de Vivienda Social. Esta investigación concluyó que la transferencia de tecnologías limpias es viable como motor de procesos de innovación en el sector de la construcción. Este trabajo puede ser un punto de referencia para profesionales e investigadores. Que pueden estar interesados en mejorar la innovación en la producción de viviendas social.

Palabras claves: Transferencia de Tecnología, Tecnología Limpia, Vivienda Social.

Abstract

During the last two decades, affordable housing programs have directly related to the concept of sustainable construction. With this, it has sought to implement a series of strategies to reduce the effects of climate change in traditional construction processes. For example, regulating sustainable buildings in Colombia has focused on building resources. Then, the clean technologies factor gains importance in the affordable housing sector in Colombia. Because the managers of the construction firms are unaware of the transfer processes of these technologies. Another factor is innovation drive in the construction sector. Those factors imply a dynamic to add to the construction firms. What are the dynamics of clean technology transfer to the affordable housing sector in Colombia? This thesis aims to answer this research question. The method used in this research is quantitative-qualitative. I used the PRISMA method to review the literature. In addition, I applied multivariate analysis methods and system dynamics to develop the research work. The result was a system dynamics model for clean technology transfer in the affordable housing sector. This research concluded that clean technology transfer is viable as an engine of innovation processes in the construction sector. This work can be a point of reference for professionals and researchers. They may be interested in enhancing innovation in affordable housing production.

Keywords: Technology Transfer, Clean Technology, Affordable Housing.

Estructura de la disertación

La estructura de esta investigación doctoral está conformada por 5 capítulos. En el capítulo uno, se desarrolla la introducción de la investigación. En donde se expone el problema, se explica el vacío de conocimiento y la justificación. Luego se presentan los objetivos y las preguntas de investigación. El capítulo dos explica el marco teórico. El capítulo tres expone el marco empírico de la investigación. En el capítulo cuatro se presenta la dinámica de la transferencia de tecnologías limpias en la vivienda social. Finalmente, el capítulo cinco muestra las conclusiones de la tesis doctoral.

Capítulo 1

Introducción

Este capítulo está organizado de la siguiente manera: en primer lugar, se presenta el problema, se explica el vacío de conocimiento y se expone la justificación. En segundo lugar, se presentan los objetivos y las preguntas de investigación. En tercer lugar, se explica el método de investigación con el cual se desarrolló el trabajo doctoral. Para terminar el capítulo, se expone el alcance de este estudio.

1.1 Problema

El crecimiento de la población mundial ha causado un aumento de la demanda de soluciones de vivienda en las áreas urbanas. Por consiguiente, en las últimas décadas los diferentes gobiernos a nivel mundial se han dedicado a incrementar las iniciativas para lograr satisfacer dicha demanda por medio de estrategias de urbanismo sostenible en las zonas urbanas de todo el mundo.

Efectivamente, según las Naciones Unidas (2019) hoy el planeta cuenta con una población de 7.700 millones de habitantes, y según el mismo organismo (ONU, 2019), el 61% de la población mundial vive en Asia. mientras que, el 17% vive en África. Un 10% en Europa. Un 8% en Latinoamérica y el Caribe. Finalmente, un 4% en América del Norte y Oceanía (ver Tabla 1).

Región	Población en Millones	Porcentaje (%)
Asia	4700	61%
África	1306	17%
Europa	770	10%
Latinoamérica y el Caribe	616	8%
America del Norte y Oceanía	308	4%
Total	7700	100%

Tabla 1. Distribución de la población mundial. Elaboración propia basado en datos de la (ONU, 2019).

Por otro lado, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD-Habitat, 2020) afirma que el 55% de la población mundial vive en ciudades. Es decir, unos 4.500 millones de habitantes aproximadamente. Además, este organismo estima que 828 millones de personas viven en barrios informales. Lo que representa un 11% de la población mundial.

La Tabla 2 presenta los valores discriminados por continente de la población mundial que vive en barrios marginales. Como se puede observar en dicha tabla, el continente americano representa un 14% de dicha población. Asimismo, en la Tabla 3 se observa que el nivel de pobreza de Latinoamérica es de 204 millones de personas, es decir, un 33% de la población del continente americano. Además, 94 millones de la población pobre en Latinoamérica viven en barrios marginales, es decir, el 46%. Finalmente, estos 94 millones representan el 82% de la población que vive en barrios marginales en el continente.

Población en barrios marginales a nivel mundial	Población (millones)	% población
Africa	497	60%
Asia	128	15%
America (America del norte + Latinoamérica y el Caribe)	115	14%
Europa	84	10%
Oceanía	4	1%
Total	828	100%

Fuente: Elaboración propia a partir de Datos abiertos de PNUD / UN-Hábitat / Banco Mundial / Cepal (2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020)

Tabla 2. Población en barrios marginales a nivel mundial. Elaboración propia.

América	Población de América (millones)	Población pobre de América (millones)	Poblacion en barrios marginados en América (millones)	% poblacion barrios marginados
Latinoamérica	622	204	94	82%
Caribe	28	12	11	10%
Canadá	40	4	1	1%
Estados Unidos	330	39	9	8%
Total	1020	259	115	100%

Fuente: Elaboración propia a partir de Datos abiertos de PNUD / UN-Hábitat / Banco Mundial / Cepal (2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020)

Tabla 3. Población en barrios marginales en el continente americano. Elaboración propia.

En resumen, se observa que la demanda de viviendas en Latinoamérica es una necesidad importante, particularmente en lo que se refiere a la producción de vivienda social para la población de bajos ingresos. Ya que, para responder a esta demanda, es necesario aumentar la producción de vivienda social en la región. Por consiguiente, se aumenta el impacto ambiental que implica dicha producción en el ambiente, debido al tipo de sistemas constructivos utilizados por este sector. Asimismo, implica revisar las condiciones de la vivienda social existente.

En la Figura 1 se observa la producción de vivienda social de los principales países latinoamericanos de los años 2018 a 2019. En el caso de Brasil y Colombia se observa un aumento en su producción de vivienda social, mientras que Chile y México vienen en un descenso de una alta producción realizada en la década pasada. Asimismo, teniendo en cuenta el crecimiento poblacional mundial y en particular el crecimiento de estos dos países, las proyecciones de concentración de la población se orientan hacia la densificación de las ciudades (Banco Mundial & DNP, 2012).

Por tanto, en el caso de Brasil y Colombia la producción de vivienda social se proyecta como una oportunidad grande de desarrollo para estos dos países. Además, esto implica un gran desafío para el sector construcción en respuesta a sus impactos ambientales y de mitigación de los efectos de cambio climático.

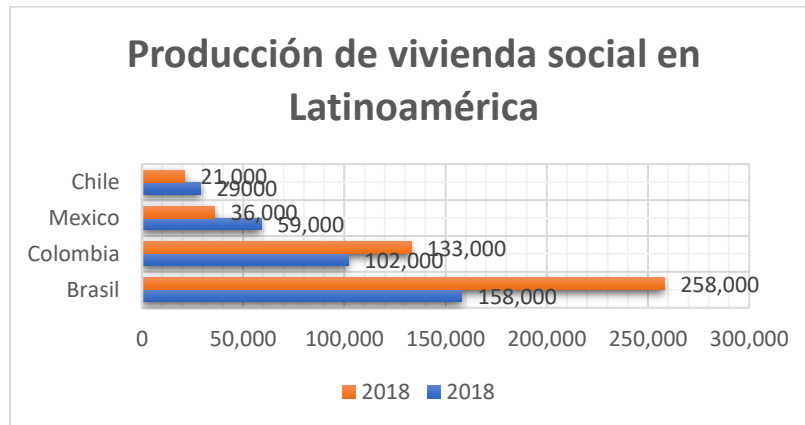


Figura 1- Producción de vivienda social en los principales países de Latinoamérica. Elaboración propia basado en los datos de (MINVU 2019 - Chile / Centro Urbano 2019 – México / DANE 2019 – Colombia / CAIXA 2019 – Brasil).

Asimismo, el debate sobre el consumo sostenible ha introducido varios enfoques, en los cuales, se discuten diferentes perspectivas teóricas sobre este tema en los campos de la economía, la psicología social y la sociología ambiental. Según algunos autores, como por ejemplo Liu, Oosterveer, & Spaargaren (2016) dicen que ni una perspectiva individualista, ni una perspectiva estructural por sí solas son suficiente para comprender y analizar la transición hacia el consumo sostenible.

Según los mismos autores, se observa que la introducción de tecnologías limpias se suele tomar como punto focal en cuatro campos de consumo: alimentos, vivienda, energía y movilidad. Finalmente, los autores proponen hacer hincapié en el desarrollo de investigaciones que puedan analizar el vínculo entre el suministro de productos sostenibles y las diversas prácticas de consumo sostenible, ya que tienen consecuencias para los cambios sociotécnicos, las infraestructuras de materiales y las innovaciones en el estilo de vida de los habitantes de las ciudades.

Al respecto, autores como Zea Escamilla, Habert, & Wohlmuth (2016) observan que el sector de la construcción centra la producción de vivienda social en la utilización de

materiales convencionales. Asimismo, los autores muestran que este tipo de materiales tienen altos niveles de emisiones de CO₂ relacionadas con su producción. Igualmente, la producción de vivienda social se ve afectada por los cambios climáticos contemporáneos. En este sentido, estos autores evidencian que la búsqueda de un hábitat sostenible requiere de la producción tanto de materiales como de edificios bajos en CO₂.

Según Pretlove & Kade (2016) otro elemento de estudio son las mejoras significativas en el desempeño energético de la vivienda en el Reino Unido que han sido impulsadas por cambios en la legislación y por la introducción del Código para Casas Sostenibles en 2007. Este estudio muestra como la evaluación del desempeño de las viviendas con baja emisión de carbono requiere de una valoración de la creciente complejidad de la tecnología de los servicios de construcción y el comportamiento de los ocupantes.

Los resultados muestran que a medida que aumentan los niveles de exigencia del código, se observa una reducción de la tasa de consumo de energía y agua, y un aumento de la tasa de generación de energía, pero sólo a expensas de un riesgo significativamente mayor de falla del sistema de servicios.

Asimismo, otros estudios como el de Karatas & El-Rayes (2013) orientan su análisis en identificar el desempeño de la sostenibilidad en la vivienda. Los resultados de este análisis ilustran las mejoras en el diseño de la vivienda y el rendimiento sostenible de las mismas. Los autores concluyen que hoy no es posible continuar evaluando la asequibilidad de la vivienda social en términos económicos.

Por otro lado, algunos autores como Pombo, Rivela, & Neila (2016) plantean que el sector de la construcción es uno de los principales consumidores de energía en todo el mundo. Por lo tanto, la modernización de los edificios existentes ofrece excelentes oportunidades para reducir el consumo de energía y las emisiones de gases de efecto invernadero. Asimismo, los autores plantean que es necesario aplicar un enfoque de ciclo de vida con el fin de

encontrar las soluciones óptimas de adaptación y para identificar el verdadero potencial de mejora de la renovación de viviendas.

Según estas reflexiones, se presenta una necesidad de analizar la sostenibilidad del mercado de la vivienda. Por ejemplo, se han realizado estudios de la sostenibilidad del mercado de la vivienda de Estonia en comparación con otros países europeos, que permitieron identificar puntos de vista de la sostenibilidad del mercado de la vivienda de acuerdo con seis criterios, estos son: economía general, vivienda, vivienda asequible, población, condiciones sociales, calidad de la vivienda y calidad ambiental. Los resultados permitieron formular recomendaciones para mejorar los indicadores con el fin de aumentar la sostenibilidad del mercado de la vivienda (Nuuter et al., 2015).

En consecuencia, estudios realizados por Rid, Lammers, & Zimmermann (2017) evidencian que la vivienda sostenible es clave en la estrategia de sostenibilidad del gobierno alemán. Se han desarrollado sistemas de certificación para evaluar la vivienda sostenible y mejorar la sostenibilidad en el mercado. Sin embargo, existe una variedad de sistemas de certificación para evaluar la vivienda sostenible usando diferentes conjuntos de indicadores.

En este estudio, se aplicó la teoría de las instituciones sociales para investigar la legitimidad de la certificación de sostenibilidad en el sector de la vivienda. Los resultados mostraron una alta heterogeneidad de gustos hacia indicadores de vivienda sostenible. También, los resultados identificaron posibles áreas de conflicto en las que las partes interesadas difieren más ampliamente en la evaluación de los indicadores.

Entonces, se requiere de establecer lazos orientados a la sostenibilidad y que tengan en cuenta los criterios económicos, sociales y ambientales que influyen en la calidad de vida de los habitantes de las viviendas sociales. Para ello es necesario el apoyo de diferentes métodos de toma de decisiones de criterios múltiples con el propósito de evaluar la asequibilidad sostenible de la vivienda (Mulliner et al., 2015).

Para finalizar, en este contexto se observa que la necesidad de intervenir el ambiente construido en Colombia orientado a un proceso de desarrollo sostenible significa entender la importancia de los conceptos de transferencia tecnológica, construcción sostenible e innovación para determinar su valor dentro de las dinámicas de la producción de la vivienda social.

Una política de desarrollo sostenible aplicada al ambiente urbano construido necesariamente implica entender los procesos tecnológicos que resuelven este requerimiento. Igualmente, más allá del grado de implementación de unas políticas de construcciones sostenibles en el país, se debe entender el grado de transferencia de las tecnologías limpias en dicho sector, para entender la dinámica real de los procesos tecnológicos de este mercado a nivel nacional e internacional.

Por otro lado, las tecnologías limpias en el sector de la construcción están orientadas a mitigar el cambio climático y reducir las emisiones de CO₂. En este aspecto, la reglamentación sobre construcción sostenible en Colombia busca reducir el consumo de agua y energía, además de sugerir ciertos tipos de diseño adecuados para la correcta utilización de los recursos naturales (Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012; Republica de Colombia Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio, 2015, 2016).

Respecto al término de vivienda social es generalmente considerada como una expresión diversa y cargada de diferentes valores. Al realizar la revisión literaria se encontró una multitud de definiciones y descripciones, dentro de ellas se destacan las siguientes:

- “Casas provistas por el gobierno para personas con bajos ingresos para alquilar a bajo precio” (Cambridge Dictionary, 2017).

- “Vivienda provista para personas de bajos ingresos o con necesidades particulares por parte de agencias gubernamentales u organizaciones sin fines de lucro” (Oxford Dictionary, 2017).
- “Viviendas excluidas del mercado de la vivienda común, que es subsidiado públicamente, es propiedad de compañías sin fines de lucro y está reservado para grupos de bajos ingresos conectados a un sistema de asignación” (The Construction Industry - Bygginindustrin, 2014).
- “Se entiende por viviendas de interés social aquellas que se desarrollen para garantizar el derecho a la vivienda de los hogares de menores ingresos” (Artículo 44 de la Ley 9 de 1989, MADV-Republica de Colombia).

En el caso de este estudio doctoral, no se desarrollará una discusión profunda sobre el significado de la vivienda social, ya que no es uno de los objetivos principales de esta tesis. Y este concepto se utiliza en este trabajo doctoral como una unidad de análisis y no como un constructo de investigación.

Además, en el caso de Colombia, el término oficial de vivienda social es vivienda de interés social (VIS). Ya que, este término es el que está definido por la ley y los entes institucionales del país. Así que para este estudio cuando se hable de vivienda social o de vivienda de interés social, se estará hablando de lo mismo.

Por otra parte, la introducción de las tecnologías limpias en la vivienda social genera la necesidad de incentivar la transferencia de tecnologías de bajo impacto ambiental. Según algunos autores revisados, en la actualidad el proceso de transferencia de las tecnologías limpias se encuentra parcialmente desconectado de la producción de la vivienda social y como consecuencia de esto la habitabilidad de los usuarios se ve afectado al no fortalecerse

el fomento de construcciones sostenibles en este sector (CONPES 3919, 2018; Diaz Reyes & Ramirez Luna, 2011c, 2011a, 2011b; Republica de Colombia Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010; Ruiz Ariza & Jiménez Coronado, 2017).

Sin embargo, hoy el sector construcción en Colombia está realizando esfuerzos para impulsar las construcciones sostenibles por medio de la implementación de diferentes certificaciones energéticas en el sector. En ese marco, estas acciones son considerablemente pequeñas con respecto al número de unidades de vivienda social producidas en el país (ver Figura 1).

Por ejemplo, en cuanto a la certificación EDGE (Forero, 2020) en los últimos 4 años se han certificado parcialmente 108 proyectos, de los cuales solo se contaba con 12 proyectos certificados en vivienda VIS (ver Tabla 4 a la Tabla 6).

**Certificación EDGE -Proyectos certificados en Diseño
(Certificación parcial)**

2017	2018	2019	2020	Total
2	25	33	48	108

Tabla 4. Número de proyectos certificados en EDGE entre 2017 al 2020. Elaboración propia basado en (Forero, 2020)

**Certificación EDGE -Proyectos certificados en Diseño
20017 a 2020
(Certificación parcial)**

Vivienda No VIS	Vivienda VIS	Otros usos	Total
69	12	27	108
64%	11%	25%	100%

Tabla 5. Usos de las edificaciones certificadas en EDGE entre 2017 al 2020. Elaboración propia basado en (Forero, 2020)

**Certificación EDGE -Proyectos certificados
en Diseño 2017 a 2020
(Certificación parcial)**

Certificación parcial	Certificación final	Total
74	34	108

Tabla 6. Número de proyectos certificados parciales y finales EDGE entre 2017 a 2020. Elaboración propia basado en (Forero, 2020)

En cuanto a la certificación LEED, según la revisión realizada entre 2008 a 2020 (USGBC, 2020), Se han postulado 371 proyectos a dicha certificación. De este total un 52% están certificados y un 48% no lo están (ver Tabla 7). Por otro lado, solo un 4% de las postulaciones corresponde a vivienda y ninguna de estas postulaciones está relacionada con la vivienda social (ver Tabla 8). Por último, del total de proyectos postulados a vivienda el 46% están certificados y el 54% no lo están (ver Tabla 9).

En síntesis, se identifica que, aunque el sector construcción ha realizado esfuerzos en incorporar las construcciones sostenibles por medio de las certificaciones energéticas, estos esfuerzos tienen un grado de incorporación muy bajo, como se puede observar por la evidencia expuesta anteriormente.

Certificación LEED		
Proyectos postulados	Perido	%
2008 al 2020		
No certificados	177	48%
Certificados	194	52%
Total Postulados	371	100%

Tabla 7. Proyectos postulados a la certificación LEED en Colombia periodo 2008 a 2020. Elaboración propia basado en los datos de (USGBC, 2020).

Certificación LEED		%
Proyectos de vivienda postulados		
Perido 2008 al 2020		
Vivienda No VIS	13	4%
Otros usos	358	96%
Total Postulados	371	100%

Tabla 8. Proyectos de vivienda postulados a la certificación LEED periodo 2008 a 2020. Elaboración propia basado en los datos de (USGBC, 2020).

Certificación LEED		%
Proyectos de vivienda No VIS postulados y certificados		
Perido 2008 al 2020		
No certificados	7	54%
Certificados	6	46%
Total Postulados	13	100%

Tabla 9. Proyectos de vivienda postulados y aprobados a la certificación LEED periodo 2008 a 2020. Elaboración propia basado en los datos de (USGBC, 2020).

Al respecto, desde la política pública de estímulo a la inversión en ciencia y tecnología se identifica la necesidad de impulsar iniciativas de eficiencia y tecnología orientadas a la sostenibilidad en la industria de la construcción, además de su cadena de valor productiva (CONPES 3834, 2015).

Igualmente, desde la política pública de construcciones sostenibles se establece una necesidad de investigar, innovar, implementar y desarrollar tecnologías para el sector construcción (CONPES 3919, 2018).

En este aspecto, se ha determinado la necesidad de aplicar procesos de innovación tecnológica en el sector, ya que se tiene un retraso tecnológico de 20 años (SENA & CAMACOL, 2015).

Por tanto, es pertinente reconocer los tipos de tecnologías utilizadas en el sector construcción en Colombia. Según el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) los sistemas constructivos más utilizados en el sector de vivienda son (DANE, 2020a):

- **Mampostería estructural.** Es un sistema modulado por medio de mampostería de ladrillos de arcilla o concreto, e incluye elementos adicionales de refuerzo como varillas, graffles o mallas. Los entrepisos pueden ser prefabricados. Se utiliza para edificaciones no mayores a tres pisos.
- **Mampostería Confinada.** Es un sistema que utiliza elementos horizontales y verticales en concreto y, complementados por mampostería que actúan como unidades de confinamiento y cerramiento de espacios. Los entrepisos pueden ser prefabricados. Se utiliza para edificaciones no mayores a tres pisos.
- **Sistemas Industrializados.** Son sistemas prefabricados y modulados según diseño arquitectónico. Los cuales se ensamblan en obra. Generalmente utilizan como materiales principales el concreto o el acero. Su fundación se puede realizar en la obra o en plantas industriales. Se utilizan para edificaciones en altura o en producción en masa.
- **Otros Sistemas.** Son sistemas constructivos que no están clasificados dentro de las tres categorías anteriores e incluyen sistemas alternativos, como por ejemplo sistemas livianos, madera, materiales alternativos, y de bajo consumo energético, etc.

A continuación, se presenta los porcentajes de utilización de los sistemas constructivos anteriormente clasificados según el DANE, utilizados entre el III periodo de 2007 al II periodo de 2019 en las cuatro principales ciudades de Colombia, estas son: Bogotá, Medellín, Cali y Barranquilla.

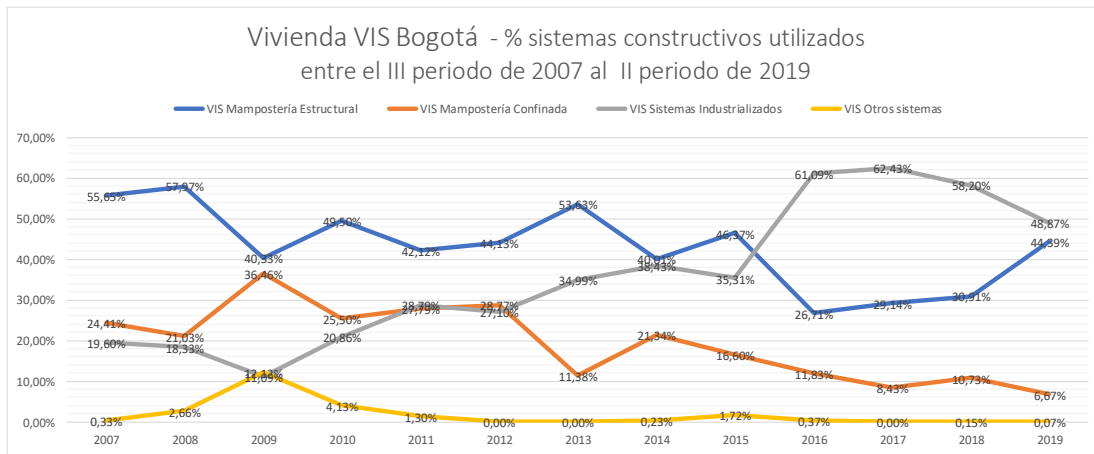


Figura 2. Sistemas constructivos utilizados en la producción de vivienda VIS en Bogotá. Elaboración propia basado en los datos históricos de (DANE, 2020c)

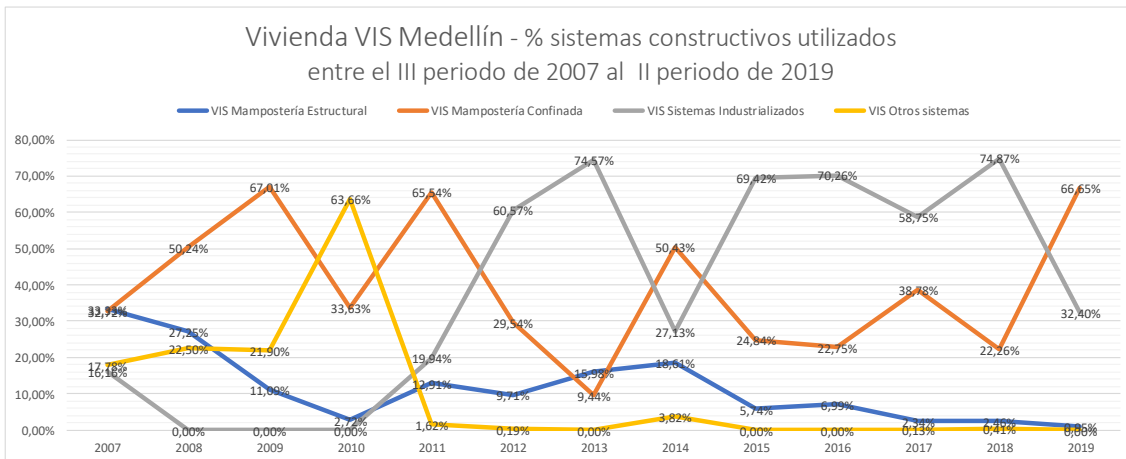


Figura 3. Sistemas constructivos utilizados en la producción de vivienda VIS en Medellín. Elaboración propia basado en los datos históricos de (DANE, 2020c).

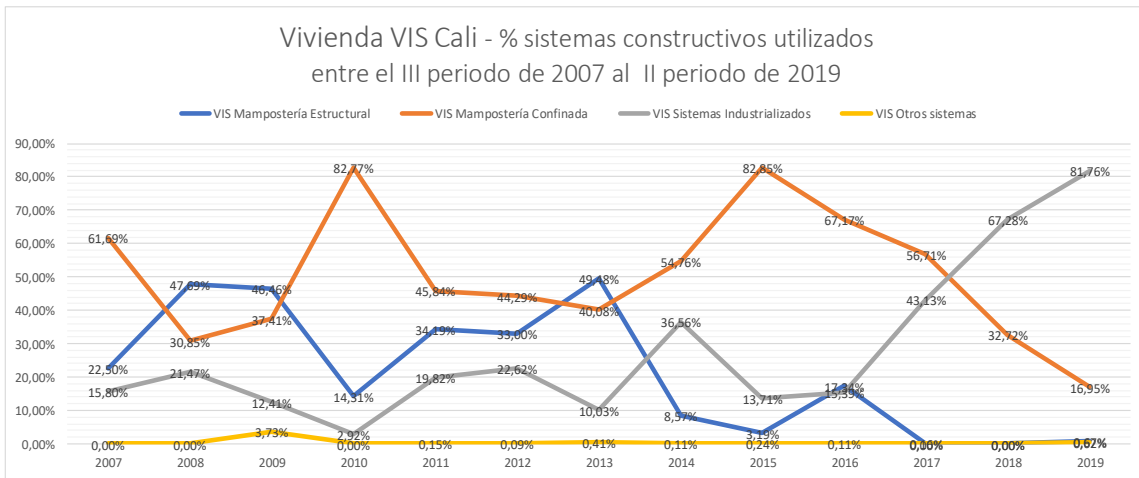


Figura 4. Sistemas constructivos utilizados en la producción de vivienda VIS en Cali. Elaboración propia basado en los datos históricos de (DANE, 2020c).

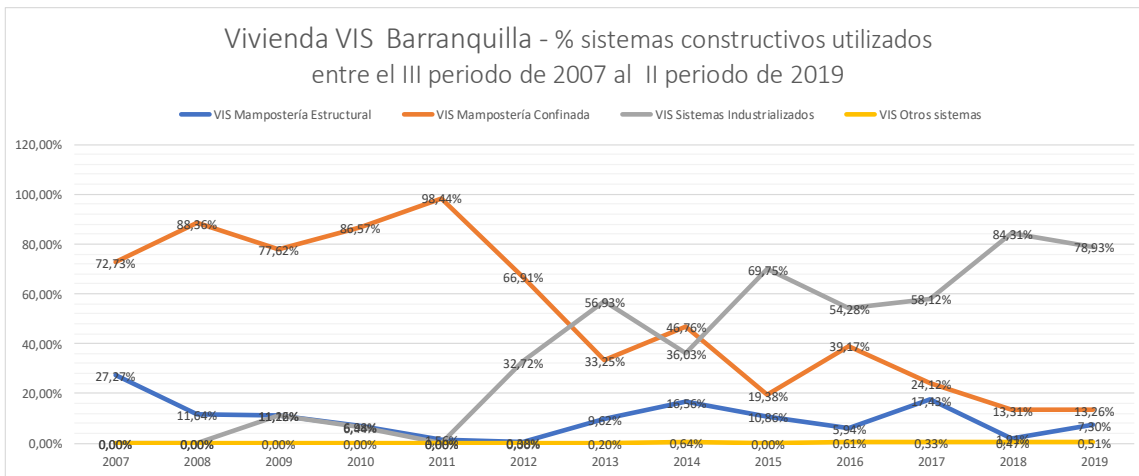


Figura 5. Sistemas constructivos utilizados en la producción de vivienda VIS en Barranquilla. Elaboración propia basado en los datos históricos de (DANE, 2020c).

En la Figura 2 a la Figura 5 se observa el comportamiento de la implementación de los sistemas constructivos en la vivienda social a lo largo del periodo 2007 a 2019 en las cuatro ciudades. La evidencia empírica muestra que se presentó un descenso en la utilización de la mampostería estructural y confinada. Como consecuencia de esto, se observa un ascenso en la utilización de sistemas industrializados para la producción de vivienda social.

Esto se explica, ya que en las ciudades colombianas, desde el año 2009 se ha reducido la producción de viviendas de baja densidad de uno a tres pisos y se ha sustituido por la producción de alta densidad reflejada en la construcción de conjuntos habitacionales para los usuarios de bajos ingresos (R. A. Cubillos-González, 2012). Asimismo, en las figuras se evidencia que la clasificación de otros “sistemas constructivos” relacionados con tecnologías alternativas no tuvieron un impacto significativo en el mercado de las ciudades principales colombianas a lo largo de este periodo de tiempo (DANE, 2020c). Lo que muestra una baja penetración de las tecnologías alternativas en el mercado y una baja posibilidad de utilización de tecnologías limpias en el sector de la construcción.

De esta forma, es importante tener en cuenta que la transferencia de tecnologías limpias en la vivienda social se convierte en un factor para el fomento de la innovación en la industria de la construcción en Colombia (SENA & CAMACOL, 2015). Ya que, la ineficiencia en el consumo energético y la utilización de tecnologías no adaptadas a los efectos del cambio climático en el sector de la construcción pone en riesgo la habitabilidad de las grandes ciudades colombianas (Fedesarrollo, 2013).

Por último, es pertinente estudiar la dinámica de la transferencia de las tecnologías limpias, ya que esto permitiría comprender de una mejor manera las relaciones existentes entre los procesos de I+D+i, la visión del mercado y las políticas públicas existentes en el país en relación con la vivienda social, permitiendo una óptima difusión e implantación de dichas tecnologías en la industria de la construcción, particularmente en el sector de la vivienda social.

1.1.1 Vacío de conocimiento

El estudio de la transferencia de tecnologías limpias en el sector de la vivienda social en Colombia es importante porque permite analizar los procesos de innovación que requiere el sector construcción en esta área, lo cual posibilita proponer mejoras que satisfaga las necesidades de habitabilidad de los usuarios de este tipo de vivienda. Asimismo, el estudio de este fenómeno es una oportunidad para entender las necesidades comunes que requiere la región de Latinoamérica en términos de producción de vivienda social y de impulso al sector construcción frente a los retos de sostenibilidad y de cambio de paradigma industrial que enfrenta actualmente el sector construcción.

A partir de la revisión literaria realizada, se identifica que el tema de la vivienda social se ha concentrado en el estudio de políticas de satisfacción de la demanda, financiación y consumo energético de la vivienda social. Pero muy pocas investigaciones se centran en el estudio de las implicaciones que tiene los procesos de transferencia tecnológica en el impulso de la innovación y mucho menos investigaciones que se interesen en las implicaciones que tiene este tema para la producción de vivienda social. Dada la importancia de este tema, se identifica un vacío de conocimiento en esta área que requiere ser resuelto.

1.1.2 Justificación

Esta tesis doctoral se justifica a partir del cumplimiento de los siguientes seis componentes:

- **El estudiante.** Este trabajo doctoral benefició al estudiante porque fortaleció su conocimiento en el área científica y le permitió identificar nuevos nichos de investigación en el área de la gestión tecnológica y la innovación en la arquitectura y el urbanismo. Lo cual le permitió crecer tanto en el campo profesional como docente. Asimismo, le permitió al estudiante especializarse y fortalecer sus competencias científicas.

- **El programa doctoral.** El programa doctoral se beneficia de esta propuesta al fortalecer sus líneas de investigación, sus grupos de investigación y la cadena de formación doctoral de la universidad. También este trabajo amplía el programa doctoral en su campo de acción al sector de la arquitectura y el urbanismo. Sectores que han sido muy poco exploradas en temas de gestión tecnológica.
- **La Universidad.** Las instituciones de educación superior se benefician de esta propuesta doctoral porque se genera nuevo conocimiento científico que puede ser transferido a los programas de pregrado y posgrado para el desarrollo y actualización de sus diferentes programas.
- **La Profesión.** La arquitectura y el urbanismo se benefician de este trabajo doctoral porque se presenta una oportunidad de desarrollar trabajos de investigación orientados a la ciencia que permiten evolucionar en los conocimientos de la disciplina y generar nuevas oportunidades en estos dos sectores.
- **La Organización.** Las organizaciones del sector de la construcción orientadas a la vivienda social se benefician de este trabajo doctoral porque pueden acceder a información actualizada que les permite tomar mejores decisiones en los procesos de transferencia tecnológica. Asimismo, pueden comprender mejor de la gestión tecnológica en el sector y ofrecer calidad al proceso de producción de las viviendas sociales que permita orientarlas de una manera más adecuada a la sostenibilidad.
- **La Sociedad.** La sociedad se beneficia de este trabajo doctoral porque La vivienda social es uno de los sectores claves en el crecimiento del país. Entender como es el comportamiento de este sector frente a las nuevas necesidades de sostenibilidad de la sociedad, permite identificar nuevas oportunidades económicas, ambientales y sociales. Asimismo, permite analizar los desafíos y riesgos que implican la transferencia de tecnologías limpias a esta área productiva.

1.2 Objetivos y Preguntas de investigación

Esta investigación tuvo como **objetivo general**:

“Explicar la dinámica que se presenta en el proceso de transferencia de tecnologías limpias en la Vivienda Social en Colombia”

Respondiendo a la siguiente pregunta principal de investigación:

¿Cuál es la dinámica que se presenta en el proceso de transferencia de tecnologías limpias en la Vivienda Social en Colombia?

Con el fin de limitar el alcance de la investigación, se realizó una revisión literaria sobre los temas de Innovación, Transferencia Tecnológica y Construcciones Sostenibles, tratando de abordar preguntas de investigación más específicas en cada tema y que respondieran a los objetivos específicos del estudio. A este respecto, los objetivos específicos fueron:

- **Objetivo 1.** *“Identificar los modelos de transferencia de tecnologías limpias que se aplican en la Vivienda Social”* respondiendo a la siguiente pregunta de investigación: *¿Qué modelos de transferencia de tecnologías limpias se aplican en la Vivienda Social?*
- **Objetivo 2.** *“Caracterizar los modelos de transferencia de tecnologías limpias en la vivienda social”* respondiendo a la siguiente pregunta de investigación: *¿Qué características tienen los modelos de transferencia de tecnologías limpias que se aplican en la Vivienda Social?*
- **Objetivo 3.** *“Diseñar un modelo sistémico que explique la dinámica de la transferencia de tecnologías limpias para la Vivienda Social”* respondiendo a la siguiente pregunta de investigación: *¿Qué alternativa se identifica para responder a la dinámica de la transferencia de tecnologías limpias en la Vivienda Social?*

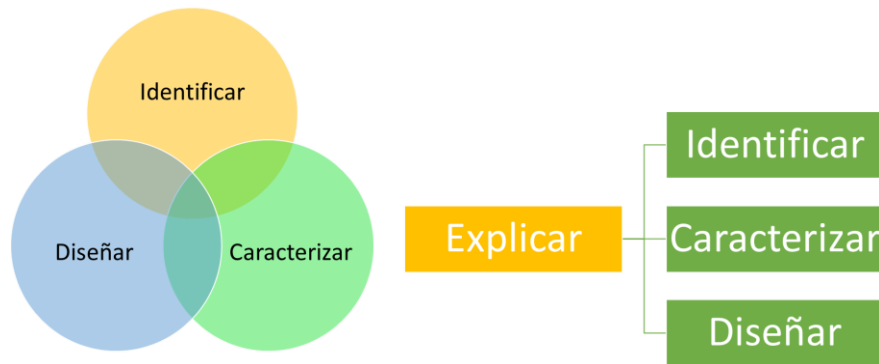


Figura 6. Síntesis de los objetivos en respuesta a las preguntas de investigación. Elaboración propia.

Figura 6 se muestra la síntesis de la relación entre los objetivos propuestos con el fin de responder a las preguntas de investigación.

1.3 Método de investigación

Esta investigación tiene un carácter cuantitativo-cualitativo, en tal sentido la investigación es de tipo mixta, de naturaleza teórico-empírica, ya que se estudiarán tres constructos teóricos, estos son: Innovación, Transferencia Tecnológica y Construcciones sostenibles. A partir de estos conceptos teóricos, se observará la aplicabilidad de la tecnología limpia en el contexto de la Vivienda Social en Colombia.

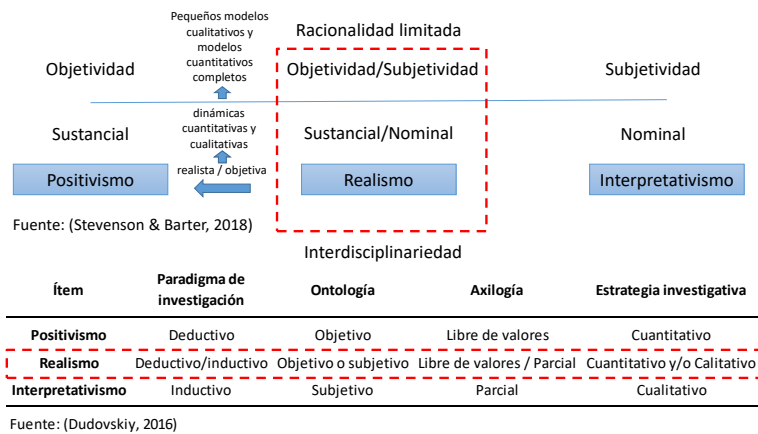


Figura 7. Selección del paradigma de investigación. Elaboración propia basado en (Dudovskiy, 2016).

La Figura 7 muestra gráficamente la selección del paradigma investigativo del trabajo doctoral. Teniendo en cuenta la naturaleza teórico-empírica, el paradigma investigativo de este estudio será el realismo tendiendo hacia el positivismo. Lo que permitirá analizar el fenómeno de estudio desde eventos dinámicos que contengan variables cualitativas y cuantitativas.

En este sentido, la dinámica de sistemas (DS) es una metodología que se utiliza para analizar el comportamiento de sistemas complejos y modelar dicho comportamiento en el tiempo. Al respecto, esta metodología es útil para identificar las variables importantes y causales del problema propuesto en este trabajo doctoral. Asimismo, permitirá abordar el análisis de esta tesis desde un pensamiento sistémico y complejo (T Ahmad et al., 2017; Angerhofer & Angelides, 2000; Behdani, 2012; Cao & Hu, 2016; Ding et al., 2018; Ferreira Marmontel et al., 2018; Galvão Scheidegger et al., 2018; North & Macal, 2009; Swinerd & McNaught, 2012; Winz et al., 2009).

La Tabla 10 muestra la estructura metodológica de la investigación doctoral. En donde se plantea la secuencia del marco teórico, el marco empírico, la validación de los constructos y el análisis de resultados. Además, en la figura se especifica los métodos a aplicar en cada categoría, las técnicas, su enfoque y por último el tipo de análisis que se utilizó para el desarrollo de la investigación.

La Tabla 11 amplía el esquema de investigación de la que enlaza los temas de investigación y las preguntas de investigación. Según las características de cada pregunta, esta investigación utiliza diferentes técnicas de análisis. Por tanto, se evidencia que la aplicación de métodos mixtos en el trabajo doctoral ofrecen la posibilidad de resultados de investigación más sólidos (Caruth, 2013). En tal sentido esta investigación tiene un porcentaje mayor en lo cuantitativo.

Estructura metodológica de la Investigación doctoral

Estructura Investigativa	Tipo	Métodos	Técnica	Enfoque	Tipo análisis
Marco teórico - Diseño Constructos	Teorico	Método PRISMA	Revisión Sistemática (RS)	Cuantitativo	Deductivo
Marco Empírico - Diseño de Constructos	Teorico - Empírico	Método Experimental	Encuesta	Cualitativo	Inductivo
Validación de Constructos	Teorico - Empírico	Método Multivariado	Análisis Factorial Exploratorio (AFE)	Cualitativo	Inductivo
			Análisis Factorial Confirmatorio (AFC)	Cualitativo	Deductivo
Análisis de Resultados	Teorico - Empírico	Método de Dinámica de Sistemas	Modelación y Simulación	Cuantitativo / Cualitativo	Deductivo / Inductivo

Tabla 10. Estructura metodológica de la investigación doctoral. Elaboración propia.

PROCESO METODOLOGICO DE LA TESIS DOCTORAL					
Estructura de Análisis	Capítulo 2				
Pregunta principal	¿Cuál es la dinámica que se presenta en el proceso de transferencia de tecnologías limpias en la Vivienda Social?				
Revisión literaria	Vivienda Social	relacionado con las siguientes áreas	Transferencia tecnológica, Tecnología limpia, Innovación		
Estructura de Análisis	Capítulo 3 y 4				
Preguntas específicas 1	¿Qué modelos de transferencia de tecnologías limpias se aplican en la Vivienda Social?				
Entrega de valor	Identificar las necesidades de transferencia tecnológica del mercado de la vivienda social				
Generación de valor	identificar las barreras y oportunidades de la industria frente a las construcciones sostenibles				
Preguntas específicas 2	¿Qué características tienen los modelos de transferencia de tecnologías limpias que se aplican en la Vivienda Social?				
Entrega de valor	Caracterizar la relación de los procesos de transferencia tecnológica y el mercado de la vivienda social				
Generación de valor	Caracterizar las necesidades del mercado de innovación del sector construcción en general				
Preguntas específicas 3	¿Qué alternativa se identifica para responder a la dinámica de la transferencia de tecnologías limpias en la Vivienda Social?				
Entrega de valor	alternativas para una adecuada introducción de las tecnologías limpias en el mercado de la vivienda social				
Generación de valor	alternativas para una introducción eficiente de las tecnologías limpias en la producción de vivienda social				
Objetivo principal	Explicar la dinámica que se presenta en el proceso de transferencia de tecnologías limpias en la Vivienda Social.				
Estructura de Análisis	Capítulo 3			Capítulo 4	
Resultados	Entrega de valor			Generación de valor	
Objetivos Específicos	Objetivo 1: Identificar los modelos de transferencia de tecnologías limpias que se aplican en la Vivienda Social. Objetivo 2: Caracterizar los modelos de transferencia de tecnologías limpias en la vivienda social.			Objetivo 3: Diseñar un modelo sistémico que explique la dinámica de la transferencia de tecnologías limpias para la Vivienda Social.	
Enfoque	Cuantitativo	Cualitativo	Cualitativo	Cuantitativo	Cuantitativo
Método Investigativo	PRISMA	Análisis descriptivo	Análisis Multivariado	Dinámica de Sistemas	
Técnica	Revisión sistemática	Encuesta	Análisis factorial	Modelación	Simulación
Estructura de Análisis	Capítulo 5				
Conclusiones	Conclusiones, contribución al nuevo conocimiento y trabajos futuros				

Tabla 11. Proceso metodológico. Elaboración propia basado en los lineamientos de (Caruth, 2013; Creswell, 2014; Dudovskiy, 2016).

1.4 Alcance de la investigación

El alcance de la investigación está estructurado desde dos perspectivas, estas son: en primer lugar, desde el objeto de estudio, es decir, desde la vivienda social. En segundo lugar, desde la transferencia tecnológica como factor de impulso de la innovación en los procesos de producción de la vivienda social. A continuación, se describen dichos alcances desde estas dos perspectivas.

1.4.1 Alcance desde la perspectiva de la Vivienda Social

Según autores como (Keivani & Werna, 2001a, 2001b) la producción de vivienda en los países en vía de desarrollo utiliza dos diferentes sistemas de producción para satisfacer las necesidades de la demanda de vivienda. Estos dos modos de producción son:

- **La producción formal.** Realizada por actores institucionales de carácter público, cooperativo o privado.
- **La producción informal.** Realizada por actores no formales que utilizan mecanismos como la ocupación ilegal, la subdivisión informal de tierras y el alquiler no legal (ver Figura 8).

En el caso de este trabajo doctoral el alcance de este estudio se limitará al estudio de la producción de vivienda social en el sector formal y sus implicaciones en los procesos de transferencia de tecnologías limpias relacionados con los procesos de innovación.

La razón de esta limitación es, porque la mayoría de las investigaciones centran sus estudios de la vivienda social desde la perspectiva de lo informal, tomando una posición sesgada del mercado. Pero muy pocos estudios analizan la vivienda formal desde la perspectiva del mercado y realizan propuestas que puedan beneficiar a los diferentes actores que se involucran en el proceso de producción de la vivienda social (R. A. Cubillos-González, 2006, 2012).

En este respecto, lo que se busca es una comprensión sistémica de la dinámica de los procesos tecnológicos aplicado a la vivienda social en el ámbito de la producción formal frente a las necesidades de sostenibilidad. Autores como (Martinez, 2016) afirman que:

“el problema es que la literatura no ofrece una investigación integral que documente la implementación de métodos innovadores en la entrega de viviendas asequibles en el contexto de América Latina”.

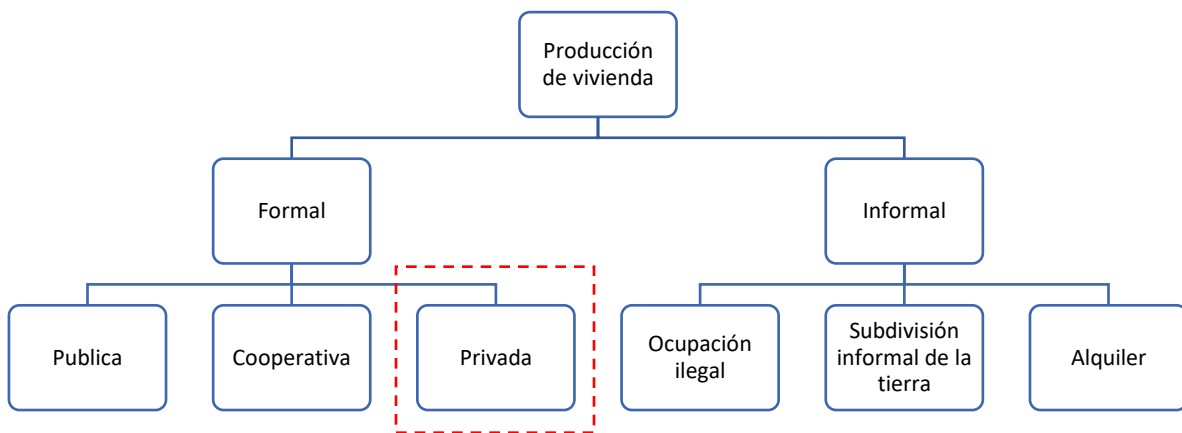


Figura 8. Sistemas de producción de vivienda y selección del alcance de estudio. Elaboración propia basado en (Keivani & Werna, 2001a, 2001b).

La segunda razón, es que desde la década de 1990 en Colombia, el actor principal de la producción de vivienda social es el mercado, en donde el sector público actúa como facilitador de la producción de vivienda por medio de la legislación de regulaciones a la

producción y como facilitador del acceso de los usuarios de bajos ingresos por medio del subsidio a la demanda (Chiappe de Villa, 1999).

Por tanto, Se busca con este trabajo doctoral identificar el papel que tiene la tecnología limpia en la implementación del concepto de construcción sostenible en la vivienda social, ya que como se mencionó anteriormente “*no es posible continuar evaluando la asequibilidad de la vivienda social en términos económicos*” (Karatas & El-Rayes, 2013).

1.4.2 Alcance desde la perspectiva de la Transferencia Tecnológica

Esta investigación se centra en la aplicación de los procesos de gestión de tecnologías limpias en la vivienda social en Colombia. Autores como Sexton & Barrett (2004) afirmaron que la transferencia de tecnología es una fuente potencialmente de innovación que puede proporcionar a las empresas de construcción nuevas tecnologías para crear y mantener mejores niveles de competitividad. En este sentido, La transferencia de tecnología se define como el know-how sobre la transformación de tecnologías y procesos operacionales; tecnologías de materiales; y tecnologías de conocimiento.

En este aspecto, este trabajo doctoral está diseñado para explorar la implementación de las tecnologías limpias que conduzcan a impulsar la producción de vivienda social por medio de procesos de innovación. El capítulo dos y el capítulo tres de este trabajo doctoral acoge la perspectiva de un análisis mixto que permite identificar y caracterizar los modelos de transferencia tecnológica que pueden ser aplicables a la producción de vivienda social en Colombia.

Por otro lado, el capítulo cuatro se orienta hacia el estudio de la dinámica de la transferencia de tecnologías limpias en el sector de la vivienda social. Con el objetivo de explorar el comportamiento de dicho proceso, identificando las barreras y oportunidades que la gestión de tecnología puede contribuir a la competitividad de dicho sector y a la mejora en las

condiciones de habitabilidad con la que se pueden beneficiar los usuarios de este tipo de vivienda.

Finalmente, un óptimo proceso de transferencia tecnológica permitiría la accesibilidad de las tecnologías limpias a los usuarios de la vivienda social. Además, ayudaría a que las firmas constructoras orientadas a la producción de este tipo de viviendas dieran respuestas adecuadas a los impactos ambientales, las necesidades de sostenibilidad de los usuarios de bajos ingresos y a los impactos del cambio climático. Asimismo, permitiría a la industria de la construcción ser más competitiva y ofrecer mejores condiciones de habitabilidad para los usuarios de menores ingresos soportado por tecnologías limpias.

Capítulo 2

Marco teórico de la investigación

Este capítulo expone el marco teórico de la investigación y está estructurado de la siguiente manera: 1) Se presenta la revisión de la literatura, 2) Luego se definen los constructos de investigación. 3) Se presenta el marco teórico referencial. 4) Finalmente, se exponen las conclusiones del capítulo.

2.1 Revisión literaria

Para el diseño del marco teórico de los constructos de investigación, se utilizó la metodología PRISMA como herramienta para realizar una revisión literaria por medio de bases de datos. El método PRISMA (Liberati et al., 2009) consiste en una revisión sistemática que reúne un conjunto mínimo de elementos de estudio basado en las evidencias identificadas en la literatura. En esta metodología es posible evaluar aleatoriamente diferentes temas.

Las cuatro fases seguidas por el método PRISMA fueron: Identificación, Evaluación, Elegibilidad e Incluido. Es importante anotar que, el método PRISMA originariamente fue utilizado en el área de la medicina, pero en la actualidad su utilización se ha ampliado a otros campos disciplinares, como por ejemplo la ingeniería, la arquitectura y el urbanismo.

Por otro lado, la información de estudio fue clasificada en estructurada y no estructurada. La información estructurada se realizó a partir de la revisión de artículos científicos en la base de datos Scopus. Esta base de datos científica contiene herramientas para el seguimiento y

análisis de documentos científicos. Además, esta plataforma permite búsqueda de documentos por autor, por afiliación y la opción de búsqueda avanzada.

Para la búsqueda estructurada se utilizó el siguiente conector de búsqueda: "AND". No se utilizaron otros conectores de búsqueda para limitar al máximo las coincidencias y el tema de estudio. La exploración se realizó empleando la estructura: (Título del artículo, Resumen y Palabras clave; TITLE-ABS-KEY).

La información no estructurada se realizó a partir del estudio de reportes, documentos institucionales y artículos de acceso abierto no indexados en bases de datos científicos cerrados o de pago. Para ello se utilizó principalmente el motor de búsqueda Google, incluyendo la base de datos abierta Google Académico. Para la búsqueda no estructurada se utilizó el mismo conector y los mismos criterios de búsqueda.

En las diferentes búsquedas, se utilizaron cuatro elementos estructurantes, estos fueron: 1) Transferencia de Tecnología. 2) Tecnología Limpia. 3) Vivienda Social. 4) Innovación. Asimismo, se identificaron las siguientes palabras claves relacionadas con los elementos estructurantes, estos fueron: Difusión Tecnológica, Diseminación Tecnológica, Adopción Tecnológica, Tecnología Ambiental, Tecnología Sostenible, Vivienda Social, Vivienda Asequible, Vivienda Social Sostenible, Difusión, Adopción, Firma Constructora.

La Tabla 12 expone las palabras claves de búsqueda en idioma inglés, mientras la Tabla 13 muestra la traducción al español de dichas palabras de búsqueda. Relacionando los elementos estructurantes con las palabras claves. Esta relación permitió la construcción de un óptimo algoritmo de búsqueda.

KEYWORDS FOR SEARCH ALGORITHMS				
Keywords (AND)				
	Structural Keyword 1	Structural Keyword 2	Structural Keyword 3	Structural Keyword 4
	Technology Transfer	Clean technology	Affordable Housing	Innovation
Keywords (OR)	Technology Diffusion	Cleantech	Social Housing	Difussion
	Disseminating Technology	Enviromental Technology	Green Afforfbale housing	Adoption
	Technology Adoption	Green Technology	Green Social Housing	Construction firms

Tabla 12. Palabras clave de búsqueda en inglés. Elaboración propia.

ALGRITMO DE BUSQUEDA DE PALABRAS CLAVES				
Palabras clave (AND)				
	Elemento estructural 1	Elemento estructural 2	Elemento estructural 3	Elemento estructural 4
	Transferencia Tecnológica	Tecnología Limpia	Vivienda Social	Innovación
Palabras clave (OR)	Difusión tecnológica	Tecnología Ambiental	Vivienda Social	Difusión
	Diseminación tecnológicas	tecnología Sostenible	Vivienda asequible Sostenible	Adopción
	Adopción tecnológica		Vivienda social sostenible	Firma constructora

Tabla 13. Palabras clave en español. Elaboración propia.

En la Tabla 14 y en la Tabla 15 se presenta el proceso de selección de la información estructurada y no estructurada. Se realizaron 30 búsquedas a partir de los diferentes algoritmos propuestos. La revisión encontró 1261 documentos. Los cuales fueron analizados y después de un riguroso proceso de selección acorde con la Metodología PRISMA, se eligieron 116 documentos de estudio. Asimismo, se identificaron los documentos acordes con las palabras clave y se eliminó toda aquella información que se duplicaba en las búsquedas.

Luego de la identificación de las palabras claves y seleccionar la información estructurada y no estructurada, se procedió a realizar un análisis bibliométrico a partir de la utilización del software VOSviewer (van Eck & Waltman, 2019). Este software es utilizado para construir

redes bibliométricas. Estas redes se pueden organizar a partir de palabras clave, citas bibliográficas, co-citación o coautoría. La utilización de este software permitió identificar las diferentes relaciones entre los términos de estudio.

Del análisis bibliométrico, se obtuvo los 20 mejores autores de 1638 autores identificados en la revisión literaria (ver Tabla 16). Además, se reconocieron los 20 mejores países de 76 que investigan los temas de estudio de la tesis doctoral (ver Tabla 17). Por último, se identificaron las 20 mejores organizaciones de 1370 que desarrollan investigaciones sobre los temas de estudio (ver Tabla 18).

Búsquedas	Base de datos indexada	Algoritmo de búsqueda	Artículos revisados	Muestra Estadística (n = 25%)	Ítems Seleccionados	Ítems Duplicados	Ítems adicionales (Búsqueda no estructurada)
1	Scopus	(TITLE-ABS-KEY("Technology Transfer") AND TITLE-ABS-KEY("Clean Technology") AND TITLE-ABS-KEY("Affordable Housing"))	0	0	0	0	0
2	Scopus	(TITLE-ABS-KEY("Technology Transfer") AND TITLE-ABS-KEY("Clean Technology") AND TITLE-ABS-KEY("Affordable Housing") AND TITLE-ABS-KEY(innovation))	0	0	0	0	0
3	Scopus	((("Technology Transfer") AND ("Clean Technology") AND ("Affordable Housing") AND (innovation)))	1	1	1	0	0
4	Scopus	((("Technology Transfer") AND ("Clean Technology") AND ("Affordable Housing")))	1	1	0	1	0
5	Scopus	((("Technology Transfer") AND ("Clean Technology") AND ("Construction Firms") AND ("Affordable Housing")))	0	0	0	0	0
6	Scopus	((("Technology Transfer") AND ("Clean Technology") AND ("Construction Firms")))	8	2	2	0	0
7	Scopus	((("Technology Transfer") AND ("Construction Firms")))	364	91	31	4	0
8	Scopus	((("Clean Technology") AND ("Construction Firms")))	61	15	5	2	0
9	Scopus	((("Innovation") AND ("Construction Firms") AND ("Affordable Housing")))	33	8	8	0	0
10	Scopus	((("Clean Technology") AND ("Construction Firms") AND ("Affordable Housing")))	0	0	0	0	0
11	Scopus	((("Green Technology") AND ("Construction Firms") AND ("Affordable Housing")))	4	1	2	2	0
12	Scopus	((("Technology Transfer") AND ("Construction Firms") AND ("Green Affordable Housing")))	0	0	0	0	0
13	Scopus	((("Technology Transfer") AND ("Green Affordable Housing")))	0	0	0	0	0
14	Scopus	((("Innovation") AND ("Green Affordable Housing")))	26	7	6	1	0
15	Scopus	((("Innovation") AND ("Technology Transfer") AND ("Construction Firms")))	300	75	21	30	6
16	Scopus	((("Innovation") AND ("Technology Transfer") AND ("Affordable Housing")))	23	6	0	0	0
17	Scopus	((("Innovation") AND ("Technology Transfer") AND ("Green Affordable Housing")))	0	0	0	0	0
18	Scopus	((("Technology diffusion") AND ("cleantech") AND ("social Housing")))	1	0	0	0	0
19	Scopus	((("Technology diffusion") AND ("innovation") AND ("social Housing")))	0	0	0	0	0
20	Scopus	((("Technology diffusion") AND ("construction firms") AND ("social Housing")))	5	1	2	0	0
21	Scopus	((("Technology diffusion") AND ("adoption") AND ("green social Housing")))	0	0	0	0	0
22	Scopus	((("Technology diffusion") AND ("green social Housing")))	0	0	0	0	0
23	Scopus	((("Technology adoption") AND ("innovation") AND ("social Housing")))	71	18	21	0	1
24	Scopus	((("Technology adoption") AND ("diffusion") AND ("social Housing")))	31	8	2	3	3
25	Scopus	((("Technology adoption") AND ("diffusion") AND ("construction firms")))	164	41	10	16	0
26	Scopus	((("Disseminating Technology") AND ("adoption") AND ("construction firms")))	0	0	0	0	0
27	Scopus	((("Disseminating Technology") AND ("adoption") AND ("affordable housing")))	0	0	0	0	0
28	Scopus	((("Technology diffusion") AND ("social housing")))	26	7	1	3	0
29	Scopus	((("Technology adoption") AND ("social housing")))	106	27	3	10	0
30	Scopus	((("green Technology") AND ("social housing")))	36	9	1	0	0
TOTAL			1261	317	116	72	10

Tabla 14. Algoritmos de búsqueda de la información estructurada en base de datos indexada. Elaboración propia

Metodo PRISMA					
No.	Ítem	Identificación	chequeo	Elegibilidad	Incluido
1	Registros identificados a través de la búsqueda de bases de datos	1261			
2	Registros adicionales identificados a través de otras fuentes	10			
3	Registros después de duplicados eliminados	72	1199		
4	Registros proyectados		317		
5	Registros excluidos		882	317	
6	Artículos de texto completo evaluados para la elegibilidad			116	
7	Artículos de texto completo excluidos, con razones			201	
8	Estudios incluidos en la síntesis cualitativa				58
9	Estudios incluidos en la síntesis cuantitativa				58
					116

Tabla 15. Fases de selección de los artículos de soporte del marco teórico con el Método PRISMA. Elaboración propia.

Id	Autor	Documentos	Citaciones	Total de Enlaces
1	Ofori g.	12	346	1
2	Sexton m.	9	231	5
3	Ling f.y.y.	6	192	1
4	Manley k.	6	149	0
5	Barrett p.	5	133	5
6	Sepasgozar s	9	131	4
7	Zuo j.	5	110	0
8	Yang l.-r.	7	102	0
9	Li h.	6	96	1
10	Chan d.w.m.	7	72	0
11	Loosemore r	5	71	3
12	Mccoy a.p.	6	70	8
13	Chan a.p.c.	9	60	3
14	Darko a.	5	59	3
15	Badinelli r.	5	58	9
16	Thabet w.	5	58	9
17	Kasemsap k.	6	25	0
18	Gajendran t.	5	23	0
19	Hwang b.-g.	6	21	0
20	Mawi m.n.m	8	15	0

Nota: 20 mejores autores de 1261 documentos y 1638 autores identificados. Organizados por citación.

Tabla 16. 20 mejores autores internacionales que estudian los temas de la tesis doctoral

Id	País	Documentos	Citaciones	Total de Enlaces
1	Estados Unidos	108	2278	47
2	Reino Unido	122	2147	49
3	Australia	103	1849	58
4	China	78	1676	66
5	Hong Kong	45	1432	27
6	Singapore	35	777	16
7	Países Bajos	24	678	24
8	Malaysia	58	475	20
9	Francia	11	400	15
10	Alemania	14	357	17
11	Italia	25	354	10
12	Suecia	22	302	15
13	Suiza	8	293	11
14	Corea del Sur	18	281	11
15	Lituania	6	221	10
16	España	20	205	8
17	Emiratos Árabes Unidos	9	75	7
18	Irán	8	63	10
19	Nigeria	11	63	9
20	Vietnam	7	7	12

Nota: 20 mejores países de 76 países identificados. Organizados por citación.

Tabla 17. 20 mejores países que estudian los temas de la tesis doctoral

Id	Organización	Documentos	Citaciones	Total de enlaces
1	Department of Construction Technology and Management, Vilnius Gediminas Technical University, Sauletekio al. 11, Vilnius, lt-10223, Lithuania	2	204	2
2	School of Construction Management and Engineering, University of Reading, Reading, United Kingdom	4	74	1
3	Dept. of Construction Management and Real Estate, School of Economics and Management, Tongji Univ., 1239 Siping rd., Shanghai, 200092, China	2	61	2
4	School of the Built Environment, University of Reading, Reading, United Kingdom	2	48	0
5	Department of Economics, Management, Society and Institutions (EGSI), University of Molise, Via de Sanctis, Campobasso, 86100, Italy	2	33	3
6	Faculty of Management, Universiti Teknologi Malaysia (UTM), Skudai Johor, 81310, Malaysia	2	33	3
7	School of Housing, Building and Planning, Universiti Sains Malaysia, Penang, Malaysia	2	32	1
8	Faculty of Built Environment, University of New South Wales, Sydney, 2052, Australia	2	23	2
9	Faculty of Engineering, University of New South Wales, Sydney, 2052, Australia	2	23	2
10	School of Management, Harbin Institute of Technology, Harbin, 150001, China	3	15	2
11	Department of Building, National University of Singapore, 4 Architecture Drive, Singapore, 117566, Singapore	3	9	2
12	Dept. of Civil and Environmental Engineering, Univ. of Washington, Seattle, wa 98195, United States	2	6	2
13	Dept. of Design and Environmental Analysis, Cornell Univ., Ithaca, NY 14850, United States	2	6	2
14	Frasers Centrepoint Limited, 438 Alexandra Road, Alexandra Point, Singapore, 119958, Singapore	2	6	2
15	School of Management, Guangzhou University, Guangzhou, 510006, China	2	4	2
16	Griffith University, Australia	2	2	4
17	Hohai University, China	2	2	4
18	National Civil Engineering University, Vietnam	2	2	4
19	School of Building Construction, Georgia Institute of Technology, Atlanta, GA 30332-0680, United States	2	2	2
20	School of Economics and Management, Tongji Univ., 1239 Siping rd., Shanghai, 200092, China	2	2	2

Nota: 20 mejores organizaciones de 1370. Organizados por citación.

Tabla 18. 20 mejores países que estudian los temas de la tesis doctoral

2.2 Constructos de investigación

Según Phyllis Speser (2006) un constructo es un objeto que contiene atributos y tiene la capacidad de relacionarse. En este aspecto, los atributos definen las entidades y las relaciones usan estos atributos para enlazarse a través de canales con otros constructos (ver Figura 9). Ahora, es pertinente mencionar que un atributo contiene parámetros medibles. Por otro lado, las relaciones se construyen a través de canales y por último las relaciones se pueden describir a partir de ecuaciones (Speser, 2006).

Asimismo, un constructo es útil para comprender un fenómeno que puede ser modelado. En este orden de ideas, los constructos serán de utilidad para entender de manera más adecuada el diseño de un modelo de comprensión de la dinámica de la transferencia de tecnologías limpias en la vivienda social en Colombia.

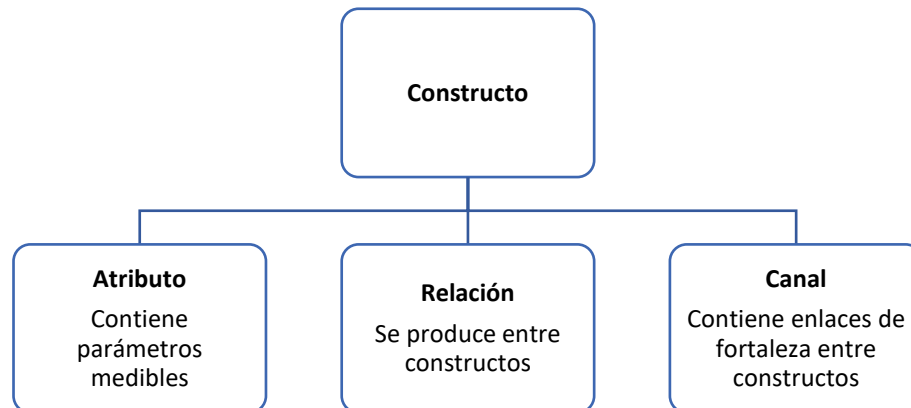


Figura 9. Definición de constructo. Elaboración propia basado en los conceptos de (Speser, 2006)

“Si creamos constructos válidos, deberíamos poder mejorar el ‘cómo’ involucrado en la transferencia de tecnología” (Speser, 2006, p. 7)

2.2.1 La necesidad del diseño de constructos para comprender el contexto de la vivienda social

Autores como Gianfrate et al. (2017) plantean que la vivienda social representa una proporción significativa de los edificios europeos y que alrededor del 50% de los edificios existentes requieren ser renovados en los próximos años. En este sentido, para los autores es una oportunidad para realizar una renovación de la producción de vivienda social existente. Ya que, este tipo de vivienda se caracteriza por su rápido deterioro en el tiempo. Asimismo, los autores en su trabajo presentan experiencias europeas en donde se evidencia la importancia de un enfoque integral para la construcción o renovación de la vivienda social.

Este enfoque, permite un impulso de las construcciones sostenibles y al mismo tiempo una mejora de la calidad. En relación con eso los autores destacan el papel que juega la tecnología en la implementación de las construcciones sostenibles. Concluyen los autores, que es fundamental la difusión de conocimiento en la materia, para que los diferentes autores implicados utilicen de manera adecuada la tecnología y permitan correctos comportamientos de consumo del usuario final.

Por ejemplo, autores como Hafner et al. (2020) explican las prácticas de consumo de energía en el sector de la vivienda social en el Reino Unido. Los autores identificaron que los residentes están dispuestos a realizar un ahorro de energía. Además, se identificó que existen varias barreras psicológicas que impiden cambiar el comportamiento. Los autores hallaron que estas barreras consistían en una falta de conciencia del problema, falta de acción y falta de control del comportamiento. Los autores encontraron que la difusión y aceptación de la tecnología juega un papel importante para el desarrollo futuro de políticas energéticas.

Al respecto autores como Hoppe (2012) plantean que la identificación de los impactos ambientales de las viviendas permite la introducción de tecnologías energéticas innovadoras. El autor se pregunta sobre la adopción tecnológica y cuáles serían los factores que influyen a la hora de implementar este tipo de tecnologías en la vivienda social. Por ello, este estudio

permite identificar las relaciones entre los usuarios, las autoridades locales y el sector construcción.

El autor concluye que se presentan muchas barreras en la implementación de este tipo de tecnologías como, por ejemplo, falta de confianza entre los diferentes actores, baja viabilidad financiera, falta de apoyo de los usuarios, barreras jurídicas, malas experiencias y proyectos ambiciosos. Finalmente, el autor propone un mayor estudio de este problema.

Efectivamente, autores como Swan et al. (2017) expresan que es importante la gestión de la tecnología en los proyectos de vivienda social en el Reino Unido. Con este fin, los autores evidencian como resultado que la adopción de una amplia gama de tecnologías en la vivienda social representa un potencial para el sector construcción.

Por otro lado, autores como Adabre et al. (2020) proponen identificar las barreras críticas que no permiten que la vivienda social sostenible sea viable para los usuarios de bajos ingresos. Para ello, los autores utilizan el método de análisis factorial identificando cinco componentes principales, estos son: construcciones sostenibles, mercado de tierras, mercado de la vivienda, incentivos fiscales e infraestructura. Sobre el particular los componentes que evidencian una alta barrera son el mercado de la vivienda y los incentivos fiscales. Este estudio es relevante para la formulación de políticas de construcciones sostenibles internacionalmente.

Al respecto, autores como Hassan et al. (2019) muestran la importancia del papel que juegan la industria de la construcción en el proceso de producción de vivienda social. Para ello, los autores utilizan la técnica de Ecuaciones Estructurales de Mínimos Cuadrados Parciales (PLS-SEM en su sigla en inglés). Los resultados expuestos por los autores evidencian que existe una relación positiva tanto entre la participación de los constructores de vivienda privada como la formalización en la expansión de la vivienda social. Esto sugiere que cuando estas empresas tienen regulaciones formales más altas, se ven afectadas progresivamente en el proceso de desarrollo.

Adicionalmente, autores como Brown et al. (2014) explican que los desafíos del sector construcción deben ir más allá de considerar la actualización tecnológica en la vivienda social. Para los autores es de vital importancia la adopción tecnológica ya que esta afecta a los usuarios de las viviendas sociales. Por tanto, identificar el papel de esta variable en la producción de vivienda social permitiría una mayor efectividad en los programas de vivienda social del Reino Unido.

En síntesis, la vivienda social representa una proporción significativa de los edificios europeos. Desde este punto de vista, es una oportunidad para realizar una renovación de la producción de vivienda social existente. Asimismo, se evidencia la importancia de un enfoque integral para la vivienda social. En donde la difusión y aceptación de la tecnología juega un papel importante para el desarrollo futuro de las políticas energéticas. Al respecto, la identificación de los impactos ambientales de las viviendas sociales permite la introducción de tecnologías innovadoras.

Además, es significativo las relaciones entre los usuarios, las autoridades locales y el sector construcción. Porque de lo contrario se presenta una falta de confianza entre los diferentes actores. Finalmente, el estudio de la gestión de la tecnología de vivienda social es de vital importancia. Ya que, se evidencia que existe una relación positiva entre la participación de los constructores y la formalización de la vivienda social.

Estas reflexiones, son una buena referencia para el estudio de la implantación de tecnologías innovadoras en la vivienda social en Colombia. Como, por ejemplo, la implantación de las tecnologías limpias en el sector de la vivienda social. Siendo así, se hace necesario el estudio del sector construcción a partir de analizar la innovación, la transferencia tecnológica y las construcciones sostenibles. Para dar una adecuada respuesta a las inquietudes anteriormente expuestas. A continuación, se presenta el diseño teórico de estos tres constructos.

2.2.2 Constructo 1: Innovación

A continuación, a partir de la revisión literaria, se presentan los atributos correspondientes al constructo 1 denominado Innovación. Este constructo está compuesto por tres atributos principales, estos son: Entorno de mercado, Proceso de innovación y Personal de investigación. Cada atributo es explicado a partir de diferentes autores de acuerdo con el estudio bibliométrico realizado en la revisión literaria.

1.4.2.1.1 Atributo1: Entorno de mercado

Según autores como Davis et al. (2016) plantean que la innovación es fundamental para la mejora de la productividad en el sector de la construcción en Australia. Los autores identifican que se presenta una crítica al lento ritmo del proceso de innovación en la industria de la construcción que puede ser injustificada. Para ello, es necesario considerar la estructura del mercado de la construcción. Por ejemplo, la naturaleza débil que presentan las pequeñas y medianas empresas (PYME) del sector.

Según los autores, El problema radica como se valora la innovación en la construcción. Para los autores la literatura está llena de investigaciones sobre el tema, pero son muy pocos los trabajos que identifican la percepción que tiene el mercado de la construcción al respecto.

En la Figura 10 los autores muestran cómo es la evaluación de la innovación en una firma constructora. En donde se evidencian los cambios que conducen a mejoras en los parámetros comerciales de una firma constructora. En este sentido, según los autores los cambios y mejoras son en su mayoría autoevaluadas por las empresas.

Por último, los autores concluyen que es difícil la articulación del proceso de innovación con las firmas constructoras. Ya que, según la evidencia empírica dicha articulación es débil. Se observa que las empresas constructoras presentan dificultades para definir un proceso de innovación significativo. Los resultados del estudio muestran que la innovación presenta un

33% de colaboración y comunicación interna. Frente a un 27% de innovación de proceso y un 60% a proceso de innovación a partir de la comunicación y colaboración entre organizaciones.

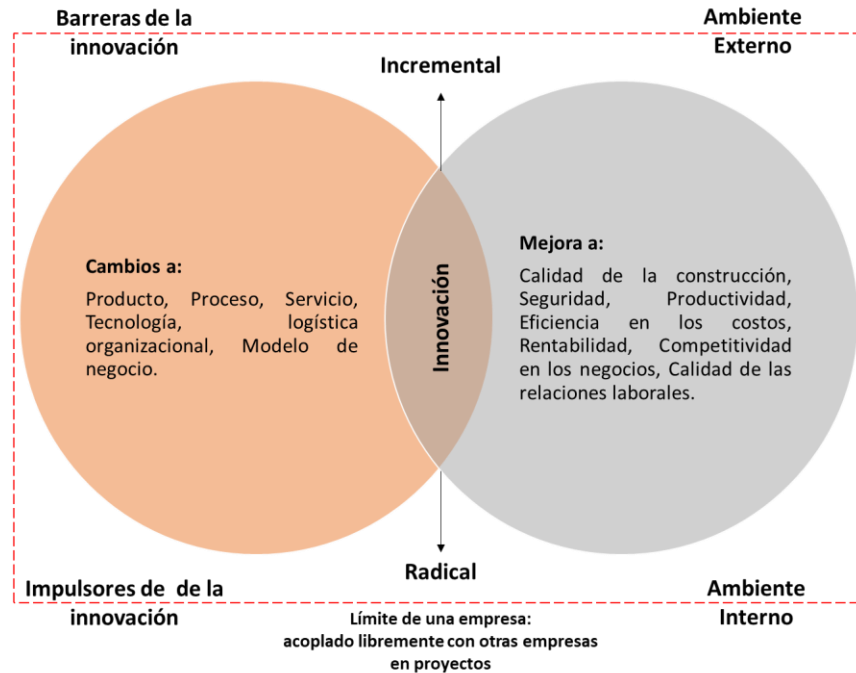


Figura 10. Cambios que conducen a mejoras en los parámetros comerciales de una firma constructora. Elaboración propia basado en la figura de (Davis et al., 2016).

Por otro lado, autores como Brewer et al. (2013) explican que las firmas constructoras de Australia enfrentan hoy desafíos considerables con su competitividad a nivel internacional. Según los autores, barreras como, por ejemplo, la logística, el personal y familiaridad con los socios comerciales, dificultan una eficiente participación en el mercado. Al respecto los autores observan una oportunidad de mejora en las tecnologías de información y comunicación (TIC).

Por ello, los autores muestran que la innovación esta mediada por la colaboración entre empresas, en donde la tecnología juega un papel importante. Los autores concluyen que la

identificación de las capacidades dinámicas en las firmas constructoras permite la detección continua de oportunidades para la innovación que brinden una ventaja competitiva.

Otros autores como Kasemsap (2015) resaltan que la relación entre la gestión de conocimiento y la innovación para el entorno de mercado. Sobre el particular el autor evidencia que la importancia de esta relación es vital para una óptima comunicación entre proveedores y clientes, ya que, es necesario aumentar el desempeño comercial y fortalecer la competitividad.

Dice el autor, que para ello es fundamental el papel que juega el plan estratégico y como este responde a las necesidades de la gestión de conocimiento y de innovación de los clientes. Concluye Kasemap con que el conocimiento es el activo más importante para una organización. Ya que esta crea valor y una ventaja competitiva sostenible que garantiza los procesos de innovación en la organización.

En este sentido, relacionado con la competitividad autores como Loosemore (2014) plantean que la innovación se presenta como un área clave para mejorar el rendimiento de las firmas constructoras. En donde Australia se está quedando atrás en lo que respecta a la innovación global. La evidencia sugiere que la industria de la construcción australiana tiene una baja innovación en comparación con otros sectores industriales.

El autor concluye que la innovación es un proceso complejo y multidimensional. Además, dice el autor que el proceso de innovación está lejos de ser predecible. Sobre el particular, el autor afirma que la innovación en la construcción parece ocurrir de manera no planificada en respuesta a los problemas del día a día. Además, el autor identifica que el proceso de innovación involucra a muchas personas con múltiples intereses bajo la influencia del mercado. El autor finaliza, afirmando que la imagen de las firmas constructoras es de poca capacidad de innovación. Pero, en la práctica es una industria creativa y con un potencial para resolver problemas complejos.

Para finalizar, autores como Sexton et al. (2001) proponen un modelo de Innovación a partir de cuatro factores claves: la estrategia empresarial / posicionamiento en el mercado, la organización del trabajo, la tecnología y las personas. El modelo enfatiza la gestión del proceso de innovación. Además, se consideran dos aspectos del contexto: los contextos interno y externo de la empresa.

Los autores concluyen que, con este modelo las pequeñas firmas constructoras tienen la posibilidad de llevar a cabo una rápida toma de decisiones en el proceso de innovación en respuesta a las cambiantes condiciones del mercado. Ya que el modelo provee una visión sistémica para el desarrollo del proceso de innovación (ver

Figura 11).

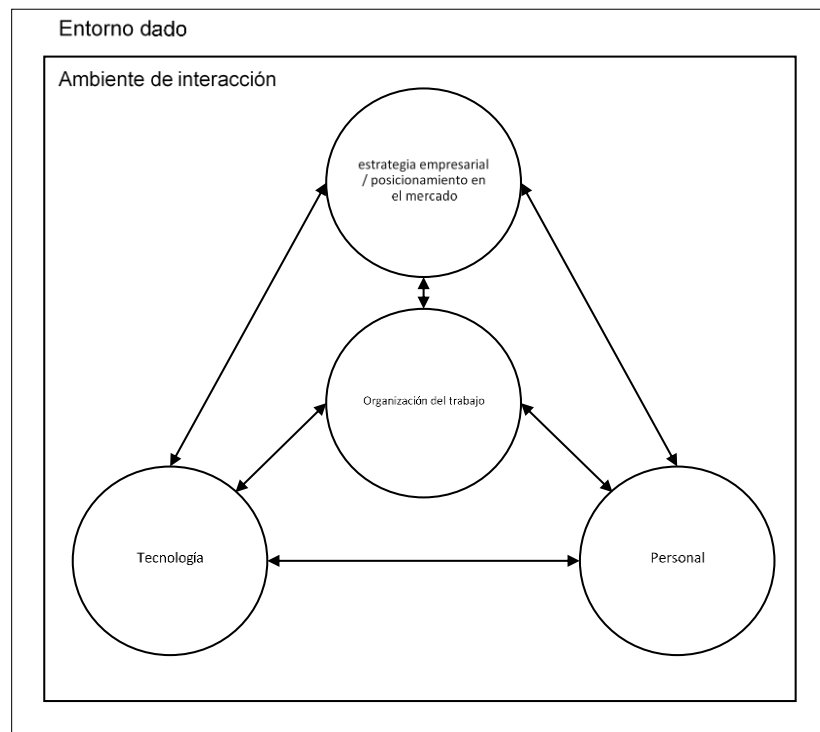


Figura 11. Modelo de innovación. Elaboración propia basado en el modelo de (Sexton et al., 2001)

Atributo 2: Proceso de innovación

Autores como Ling (2003) explican los factores a tener en cuenta para la implementación de la innovación en las firmas constructoras. El autor identifica cuatro categorías principales que benefician la innovación en una firma constructora. Estas son: 1) el nivel de interés de los miembros del equipo; 2) el ambiente de trabajo; 3) la formación de los equipos de trabajo; y 4) las capacidades de las personas involucradas en la innovación.

El autor concluyó que la innovación en las firmas constructoras puede surgir de la investigación individual del personal de la firma o de los departamentos de I + D. Por tanto, los resultados de esta investigación son más eficaces si se orientan hacia el desarrollo de proyectos.

Además, el autor sugiere que la innovación solo debe emprenderse si los miembros de la firma están interesados en ella. Por ello, el compromiso con la innovación debe ser fuerte en el desarrollo de los proyectos por parte del equipo de la firma. De lo contrario, no es aconsejable iniciar el proceso de innovación.

Por ejemplo, autores como Dulaimi et al. (2002) han estudiado el proceso de innovación en las firmas constructoras de Singapur. En donde, los autores han identificado que se presenta un pobre desempeño de esta la industria. Ya que esta se muestra fragmentada y segregada en sus actividades de diseño y construcción.

Los autores identificaron seis factores que permitirán al sector de la construcción mayores niveles de integración y aumento de la innovación. Los factores identificados fueron: 1) Clientes. 2) Consultores. 3) Contratistas principales. 4) Contratistas Especializados. 5) Subcontratistas y 6) Proveedores.

Finalmente, los autores sugieren que una buena relación entre estos seis factores permite crear mejores condiciones del mercado que exijan una mayor integración y un mayor esfuerzo de innovación para satisfacer las demandas de los clientes.

En este mismo sentido, los mismos autores (Dulaimi et al., 2003) exponen que tiene la motivación de cada firma constructora para adoptar procesos de innovación. Los autores concluyen que una propuesta innovadora puede ser implementada con éxito en una firma constructora si están motivadas para adoptar la innovación. En consecuencia, los incentivos para las partes que participan deben ser sustanciales. Además, la innovación debe diseñarse de manera que pueda unir a todos los actores involucrados.

Por otro lado autores como Na et al. (2007) muestran la complejidad de las relaciones entre las instituciones privadas y las gubernamentales para el incentivo de la innovación en el sector construcción de Singapur. Según los autores, el avance tecnológico de las instituciones gubernamentales que cultiva un entorno competitivo puede estimular un aumento directo de la innovación en la construcción.

Para ello se sugiere mejorar las capacidades de investigación de los contratistas. La principal recomendación de los autores es establecer un organismo nacional que unifique a los diferentes actores del sector de la construcción para encabezar una agenda de investigación integrada en la industria de la construcción.

Los autores concluyen que el desarrollo de procesos de I + D llevada a cabo por instituciones nacionales es una posible fuente de innovación tecnológica en la construcción en Singapur. Los resultados de este estudio muestran que inducir la competencia puede impulsar a los contratistas a considerar la innovación como una estrategia competitiva para el sector.

Según Hartmann (2006) la gestión del proceso de innovación en las firmas constructoras es una necesidad. Pero, se presentan varias barreras para implementar las ideas innovadoras en el mercado. Según el autor, las firmas constructoras deben promover las ideas innovadoras de forma explícita. El establecimiento de agentes de innovación internos y el uso de puntos de control de proyectos basados en la cartera son medidas de apoyo en este sentido.

Otros autores, como Harty (2008) estudian la implementación de la innovación en la industria de la construcción. Por este motivo el autor identifica que las teorías de innovación no dan

cuenta de la complejidad del proceso. Por lo tanto, el autor propone el concepto de delimitación relativa.

Es decir, la innovación ilimitada en el sector se caracteriza por una falta de un mediador con la capacidad de reconciliar conflictos potenciales y superar la resistencia a la implementación. En este contexto la delimitación relativa juega un papel importante. El autor concluye afirmando que tres son los aspectos que constituyen este concepto. Estos son: 1) Redes de actores. 2) Agencia de inscripción de actores. 3) Prácticas convergentes.

Para finalizar, autores como Dou et al. (2019) explican que la construcción prefabricada es una solución para la falta de competitividad de la industria de la construcción. La difusión de la innovación es un mecanismo para la adopción de este tipo de tecnologías en las empresas constructoras. Los autores encontraron que tanto las empresas de construcción como los gobiernos juegan un papel importante en la difusión de la innovación, mientras que las agencias y los consumidores no lo hacen. Además, el poder de la red de las empresas de construcción juega un papel mediador en la relación entre los diferentes actores participantes.

1.4.2.1.2 Atributo 3: Personal de investigación

Autores como (Carlsson, 2016) plantean que dos son las fuentes de innovación en las firmas constructoras. En primer lugar, están los departamentos de I + D y, en segundo lugar, la capacidad de adsorción de dichos departamentos. Por esta razón el personal de investigación se caracteriza por la cooperación interna y externa. Dentro de este contexto el personal desarrolla procesos de innovación incrementales o radicales. En consecuencia el tamaño del personal depende del tamaño de la empresa. El uso de conocimiento del personal de I+D depende de las relaciones que tengan con los proveedores externos. En este ámbito es fundamental la gestión de conocimiento por parte del personal de I+D.

Por otro lado autores como Lu & Sexton (2006) observan que los servicios profesionales intensivos en la práctica de la arquitectura es otra manera de generar innovación. Así pues,

el personal de una firma constructora genera procesos de innovación a partir de su trabajo empírico, capitalizando ese tipo de conocimiento y generando innovaciones en el mercado de la construcción. Los autores identificaron en la práctica dos tipos de innovaciones generados por el personal de este tipo de firmas. Concluyen los autores, que el equilibrio de estos dos tipos de innovaciones en las firmas constructoras permitiría ventajas competitivas en el mercado de la construcción.

2.2.3 Constructo 2: Transferencia tecnológica

Según autores como Wahab et al. (2009) la transferencia de tecnologías se define como el proceso mediante el cual se trasmite el “saber especializado” (know-how) de una organización a otra. Estudios previos han demostrado que ciertas organizaciones colapsaron debido a la resistencia de la industria a las oportunidades de transferencia tecnológica (Irwin & More, 1991).

Otros autores como Wani et al. (2011) definen el concepto como el proceso de movimiento de la tecnología de una entidad a otra. Por consiguiente los autores explican que la transferencia puede ser exitosa si la entidad receptora, es decir el cesionario, puede utilizar eficazmente la tecnología transferida y asimilarla. Asimismo, explican los autores que, el movimiento tecnológico entre las empresas puede involucrar activos físicos y conocimientos técnicos.

Además, explican los autores que, la transferencia de tecnología en algunas situaciones puede limitarse a la reubicación y el intercambio de personal o el movimiento de un conjunto específico de capacidades. Igualmente, los autores exponen que la transferencia de tecnología también se ha utilizado para referirse a los movimientos de la tecnología del laboratorio a la industria como, por ejemplo, los desarrollos técnicos realizados en países industrializados y luego transferidos a países en desarrollo.

Por otro lado, los autores examinan la diferencia entre el concepto de transferencia de tecnología y difusión de tecnología a partir de citar los planteamientos de Rogers & Shoemaker (1971) y E. Rogers (1983). Según los autores, “*la transferencia de la tecnología se produce en el contexto de la difusión de la innovación*”. En opinión de Wani et al. (2011) esto ha llevado a la confusión de los dos conceptos, ya que en diferentes contextos se refieren a estos dos términos indiferentemente.

Para los autores, la literatura sobre el concepto de difusión de la tecnología, en general, sugiere que el término se refiere a la difusión, a menudo pasivamente dentro de una población tecnológica concreta relacionado con una innovación específica de interés para esa población. Por último, continúan explicando los autores que el concepto de transferencia de tecnología citando a Hameri & Vuola (1996), es un proceso proactivo para difundir o adquirir conocimiento, experiencia y artefactos relacionados. Además, los autores citando a (Autio & Laamanen, 1995; Hameri & Vuola, 1996; Ramanathan, 1991), explican que la transferencia de tecnología es un proceso intencional y orientado a objetivos, pero no es un proceso gratuito. Porque también presupone un acuerdo a diferencia de la difusión.

A continuación, se presentan los atributos correspondientes al constructo 2 denominado Transferencia Tecnológica. Este constructo está compuesto por cuatro atributos principales, estos son: Aceptación Tecnológica, Adaptación Tecnológica, Capacidad Tecnológica y Tecnología Limpia.

2.2.3.1 Atributo 1: Aceptación tecnológica

Autores como Sepasgozar & Davis (2019) explican que el carácter conservador de las firmas constructoras hace complicado y competitivo el mercado de la tecnología en este sector. Además, es de anotar que en la toma de decisiones sobre tecnologías las firmas constructoras son conservadoras. Por lo tanto, esta complejidad en la toma de decisiones afecta el proceso de difusión y adopción de la tecnología en la industria de la construcción.

Asimismo, esto afecta la compra y utilización de nuevas tecnologías. Por ejemplo, esta es una de las principales barreras para la adopción de las nuevas tecnologías digitales, como por ejemplo la impresión 3D, la construcción robotizada la utilización de drones y la localización láser. A pesar de que el mercado realiza esfuerzos por superar estas barreras y empujar una rápida adopción de las tecnologías digitales en la industria.

Por tanto, estos autores sugieren estudiar la relación de las firmas constructoras con los proveedores de tecnologías e identificar tres variables fundamentales al momento de una adopción tecnológica, estas son: identificación de patrones de soporte de la adopción tecnológica. 2) Métodos de demostración tecnológica y 3) ejemplos de grupos de usuarios tecnológicos.

Asimismo, los autores establecen tres factores para la realización de una adecuada estrategia de adopción tecnológica. Estos son: apariencia física, relación interpersonal y demostración de tecnología. Estos tres factores permiten construir estrategias de adopción tecnológica que permitan que las firmas constructoras puedan realizar una adecuada adopción tecnológica de las tecnologías de la industria 4.0 (I 4.0). Lo que permite fortalecer el reconocimiento en los procesos de adopción, difusión y transferencia tecnológica en la industria de la construcción.

En este mismo sentido, los mismos autores (Sepasgozar & Davis, 2018) determinaron las barreras que impiden una rápida adopción de las tecnologías de la I 4.0 vinculado principalmente a la necesidad y al corto plazo. Para este fin, los autores identificaron el proceso lógico de adopción tecnológica de las firmas constructoras.

Por esta razón, es importante reconocer los mecanismos de toma de decisiones de las firmas constructora a la hora de adoptar una tecnología digital. Los autores anotan que la relación entre el personal de la firma, los proveedores y los clientes es un factor decisivo a la hora de realizar una adopción tecnológica.

Por otro lado, autores como Foroozanfar et al. (2017) identifican que las nuevas tecnologías digitales disminuyen los impactos ambientales en el desarrollo de los procesos constructivos.

Asimismo, se define que estas tecnologías aumentan la productividad y la seguridad en las firmas constructoras.

Al respecto, los autores afirman que tecnologías como el modelo de información de construcción (BIM) y las tecnologías de robotización y detección remota tiene un gran potencial de adopción en los países en vía de desarrollo. Los autores concluyen que la transferencia y adopción tecnológica impulsan la innovación en las firmas constructoras.

Por último autores como Sexton et al. (2006) evidencian que las firmas constructoras se enfrentan cada vez más al desafío de transferir y utilizar nuevas tecnologías. Sin embargo, los autores resaltan que se ha realizado poca investigación sobre la transferencia de tecnología desde la perspectiva de la pequeña firma constructora. Los autores muestran como las pequeñas firmas de construcción tienden a transferir tecnología con éxito cuando pueden contribuir al negocio de una manera rápida, ajustando sus capacidades organizativas.

Asimismo, los autores consideran que cualquier tecnología que esté demasiado alejada de esta zona de confort requiere demasiada inversión y contiene demasiado riesgo, por lo que tiende a ser examinada de forma intuitiva y rápida. Los autores concluyen que la transferencia de tecnología debe gestionar las diferentes capacidades de las empresas de construcción para aceptar nuevas tecnologías.

2.2.3.2 Atributo2: Adaptación tecnológica

Algunos autores (Osabutey et al., 2014) proponen que las firmas constructoras internacionales pueden ser un medio para la transferencia de tecnología y conocimiento a países en vía de desarrollo. Los autores dan como ejemplo los procesos de transferencias tecnológica de las empresas constructoras chinas en África. En particular en Gahana. En donde se puede evidenciar las ventajas y desventajas de este tipo de proceso entre las empresas locales y las empresas internacionales (Osabutey & Jackson, 2019). Los autores concluyen que se identifica una debilidad en la ausencia de políticas gubernamentales que

permitan el desarrollo de transferencia de tecnología y conocimiento entre empresas del sector de la construcción.

Al respecto otros autores (R.-A. Cubillos-González, 2020) proponen analizar el proceso de transferencia tecnológica en el sector de la construcción desde la perspectiva del análisis de redes, con el objetivo de evaluar la capacidad de adaptación de tecnología de las firmas constructoras que se dedican a la producción de vivienda social. En este caso, el autor identificó las firmas constructoras internacionales que tenían capacidad de transferencia de tecnología a firmas constructoras de países de economías emergentes.

Como resultado de este estudio, el autor pudo establecer la capacidad de la transferencia tecnológica de las firmas constructoras latinoamericanas para adaptar tecnologías de empresas de países industrializados en el área de la vivienda social. En este caso los países identificados fueron Brasil y Colombia. Se estableció que en el caso de las firmas latinoamericanas se presenta una ganancia del 21 % en la capacidad de transferencias tecnológica a mediano plazo al entrar en contacto con empresas internacionales.

Otro factor importante para tener en cuenta en la adaptación tecnológica es el de la cultura organizacional. Efectivamente, autores como Wei & Miraglia (2017) plantean que existen tres elementos constituyentes de la cultura organizacional. Estos son: artefactos (vistos desde la perspectiva de la tecnología), normas (visto desde la perspectiva de las competencias de la organización) y creencias compartidas (visto desde la motivación y el conocimiento formal).

Los resultados expuestos evidencian que las relaciones organizacionales influyen sobre el tipo de conocimiento que se va a transferir. Asimismo, en qué condiciones se comparte y acepta. En síntesis, los autores brindan los mecanismos para identificar los procesos de transferencia de conocimiento en las empresas.

2.2.3.3 Atributo3: Capacidad Tecnológica

Autores como Manley (2008) muestran como las pequeñas firmas constructoras en Australia superan las desventajas de su tamaño para implantar procesos de innovación en sus empresas.

Para ello, las firmas constructoras construyen una estrategia de aceptación tecnológica que incluye trabajar con clientes avanzados, priorizar las estrategias de relacionamiento y usar patentes para proteger la propiedad intelectual. Los autores identifican los obstáculos que impiden un adecuado éxito de la innovación por parte de pequeñas empresas. Estos son el sesgo en la asignación de la asistencia empresarial del gobierno y las ineficiencias regulatorias en los sistemas federales de gobierno. Por último, los autores hacen especial énfasis en las capacidades, el entorno de las empresas y los procesos de innovación.

Por otro lado, autores como Yang (2007) identifica que en las firmas constructoras de Taiwán se observa una relación entre el uso de la tecnología y el éxito de los proyectos ejecutados por estas firmas. Los análisis realizados por el autor identifican que la capacidad tecnológica puede afectar el éxito de los proyectos ejecutados. Esto tiene un impacto en los costos de los proyectos y en el desempeño de las firmas constructoras. Asimismo, se establece la importancia de una adecuada gestión tecnológica, la identificación de la transferencia de conocimiento y las capacidades de las empresas.

2.2.3.4 Atributo4: Tecnología Limpia

Según autores como Fu et al. (2018) clasifican la tecnología general sostenible en cuatro tipos de procesos sostenibles, estas son: 1) Tecnologías limpias. 3) Combinación de diferentes tecnologías sostenibles. 2) tecnología general de reducción de emisiones de CO₂. 3) Tecnologías de fin de tubería. 5) Tecnologías de reducción de generación de emisiones. En la Figura 12 se observa esta clasificación.

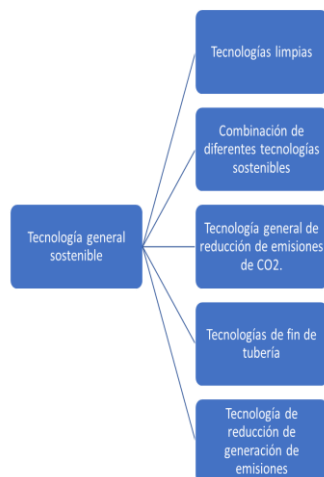


Figura 12. Clasificación general de las tecnologías sostenibles. Elaboración propia basado en (Fu et al., 2018)

Para esta propuesta nos concentraremos en las tecnologías limpias. La definición más difundida del concepto de tecnología limpia es el utilizado por las Naciones Unidas y la ODEC (2007). Para estas dos organizaciones internacionales la tecnología limpia se define como “la instalación o parte de una instalación que se ha adaptado para generar menos o ninguna contaminación. La tecnología limpia se opone a la denominada tecnología de fin de tubería, el equipo ambiental se integra en el proceso de producción” (ODEC, 2007; UNITED-NATIONS, 1997).

En contraposición, según la Agencia Ambiental Europea (2020) la tecnología de fin de tubo se define como “Un enfoque para el control de la contaminación que se concentra en el tratamiento o filtración de efluentes antes de la descarga en el medio ambiente, en lugar de realizar cambios en el proceso que dan lugar a los desechos”. En la Figura 13 se muestra cuáles serán las tecnologías de estudio de esta propuesta aplicadas a la vivienda social basadas en los autores revisados (DCTI, EuPD Research, 2013; Fu et al., 2018).

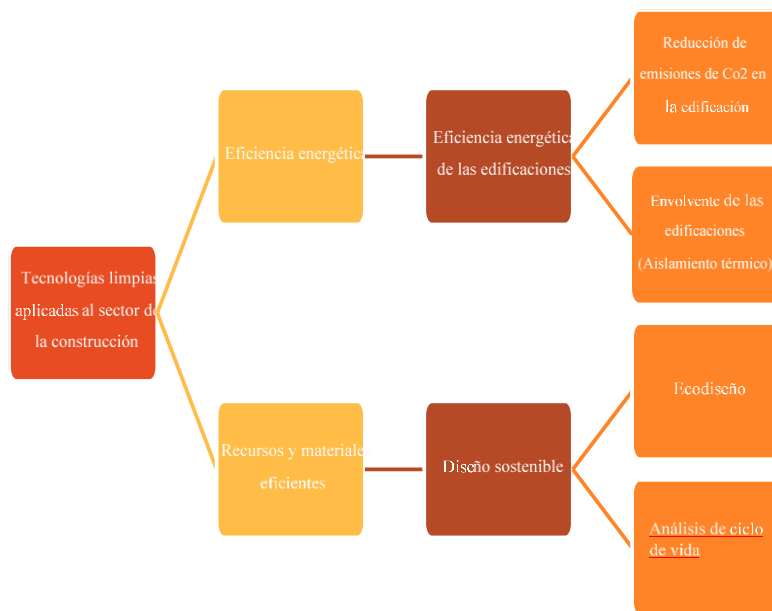


Figura 13. Tecnologías limpias aplicadas al sector de la vivienda social. Fuente: elaboración propia basado en (DCTI, EuPD Research, 2013)

Podemos concluir que las tecnologías limpias para el sector de la construcción son aquellas tecnologías de escala industrializada que busca que el ciclo de vida de sus productos sea limpio y genere el menor impacto posible. Está orientado por ejemplo a mitigar el cambio climático o reducir las emisiones de CO₂ (R. A. Cubillos-González et al., 2017; Cubillos-Gonzalez & Novegil-Gonzalez-Anleo, 2018).

Para terminar, En el proceso de revisión documental se identificó que en el caso colombiano para la industria de la construcción no se tiene claro el concepto de tecnología limpia, ya que se confunde con otros términos como por ejemplo tecnologías eficientes, tecnologías asociadas, tecnologías de bajo consumo, Ecotecnologías. Asimismo, se identificó que se presenta una caracterización parcial de tecnología ambiental, tecnología sostenible, tecnología apropiada.

Esto implica una falta de claridad conceptual sobre lo que significa tecnología limpia e impide identificar este tipo de tecnologías en el sector de la vivienda social. Por último, se

identificó que hacia los años 2014 y 2015, al respecto, en Bogotá y Medellín se consideraba tangencial el tema de la transferencia tecnológica dentro de sus políticas de construcciones sostenibles. Para la resolución 0549 (2015) y el documento CONPES 3919 de política de construcciones sostenibles (2018) el tema no se menciona (ver Tabla 19 y Tabla 20).

En este sentido, El concepto de transferencia tecnológica está relacionado con dar una respuesta a la necesidad de superar la ineficiencia en el consumo energético y la utilización de tecnologías no adaptada a los efectos del cambio climático en el sector de la construcción. En la Figura 14 se observa la evolución de las políticas públicas colombianas en materia de desarrollo sostenible a nivel urbano.

Documento	Guía 2 Guía para la inclusión de criterios de sostenibilidad en la planeación urbana (diciembre de 2015)	Guía 3 Guía para la inclusión de criterios de sostenibilidad en el diseño de espacios abiertos (diciembre de 2015)	Guía 4 Guía para el diseño de construcciones sostenibles (diciembre de 2015)	Guía 5 Guía para la rehabilitación sostenibles (diciembre de 2015)	Política pública de construcciones sostenibles	Decreto 566 de 2014	Política pública de Ecorrbanismo Y construcción sostenible (mayo de 2014)	Criterios ambientales para el diseño y construcción de vivienda urbana (julio de 2012)	
Tema	Guía de construcciones sostenibles para el área metropolitana del valle de Aburrá	Guía de construcciones sostenibles para el área metropolitana del valle de Aburrá	Guía de construcciones sostenibles para el área metropolitana del valle de Aburrá	Guía de construcciones sostenibles para el área metropolitana del valle de Aburrá	Lineamientos de construcciones sostenibles para el área metropolitana del valle de Aburrá	La Política Pública de Ecorrbanismo y Construcción Sostenible de Bogotá Alcaldía Mayor de Bogotá	Documento técnico de soporte Alcaldía Mayor de Bogotá	Documento técnico de soporte Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible	
Conceptos	Tecnologías alternativas	Tecnologías alternativas	Tecnologías alternativas	Tecnologías alternativas	Tecnologías amigables	transferencia y distribución de tecnología	Tecnologías verdes	Tecnologías asociadas	
					Tecnologías arquitectónicas sustentables	Ecotecnología	Tecnologías alternativas		
					Tecnologías "End of pipe"	Nuevas tecnologías	Tecnologías apropiadas	Tecnologías de bajo consumo.	
					Tecnologías ambientales	Nuevas tecnologías	Tecnologías obsoletas		
						Tecnologías constructivas	Tecnologías ecoeficientes	Tecnologías eficientes	
		Tecnología del concreto	Tecnología del necesarias	Tecnologías sostenibles	Nuevas tecnologías	Tecnologías sostenibles	Difusión tecnológica	Tecnologías limpias	Tecnologías limpias
		Tecnologías ambientales (Nota: este termino solo aparece en la bibliografía)						Tecnologías constructivas	Tecnologías ambientales (Nota: este termino solo aparece en la bibliografía)
								Tecnologías de baja emisión de ruido	
								Tecnologías alternativas	
								Tecnologías sostenibles	
Tecnologías eficientes	Tecnologías eficientes	Tecnologías eficientes							
Número de veces que aparece la palabra tecnología	1 palabra relacionadas con el concepto tecnología	2 palabras relacionadas con el concepto tecnología	30 palabras relacionadas con el concepto tecnología	3 palabras relacionadas con el concepto tecnología	11 palabras relacionadas con el concepto tecnología	7 palabras relacionadas con el concepto tecnología	46 palabras relacionadas con el concepto tecnología	37 palabras relacionadas con el concepto tecnología	
Orientación de la política hacia la Transferencia tecnológica	No lo menciona	No lo menciona	No lo menciona	No lo menciona	Se menciona levemente y se orienta hacia un modelo de transferencia lineal, de las tres hélices y de catch up.	se orienta hacia los modelos de transferencia de las tres hélices y de Catch up	No lo menciona	No lo menciona	

Tabla 19. Identificación del concepto de tecnología limpia en la normativa colombiana parte 1. Fuente: elaboración propia.

Documento	Compes 3919 (23 de marzo 2018)	Referencial Casa CCCS (Julio de 2016)	Resolución 0549 (10 de julio de 2015)	Anexo 1 Resolución 0549 (10 de julio de 2015)	Decreto 1285 (Junio 2015)	Guía de lineamientos sostenibles para el Ambiente Urbano Registró D. C.	Política Pública de Construcción Sostenible (Diciembre de 2015)	Guía 1 Caracterización del lugar como base de la construcciones sostenibles (diciembre de 2015)
Tema	Política nacional de edificaciones sostenibles	Documento de apoyo formulación para la Certificación Nacional De Vivienda - VVS - VIP	Lineamientos de construcciones sostenibles	Guía para el ahorro de agua y energía en edificaciones	Lineamientos de construcciones sostenibles para edificaciones (política nacional)	Plan de Acción de la Política Pública de Ecoviviendo y Construcción Sostenible.	Lineamientos de construcciones sostenibles para el área metropolitana del valle de Aburrá	Guía de construcciones sostenibles para el área metropolitana del valle de Aburrá
Conceptos	Escotología	Concepto relacionado con Tecnología: Eficiencia Energética	N/A	Niveles de tecnología	N/A	Nuevas tecnologías	Tecnologías amigables	N/A
	Tecnologías ahorradoras			Disponibilidad tecnológica		Otras tecnologías	Procesos eeficientes	
	Tecnologías eficientes			Nuevas tecnologías		Tecnologías eficientes	Tecnologías ambientales	
	Nuevas tecnologías	Concepto relacionado con Tecnología: Materiales sostenibles		Tecnología del concreto		Tecnologías sostenibles		
Número de veces que aparece la palabra tecnología	36 palabras relacionadas con el concepto tecnología	N/A	No contiene la palabra tecnología en el documento	11 palabras relacionadas con el concepto tecnología	No contiene la palabra tecnología en el documento	15 palabras relacionadas con el concepto tecnología	11 palabras relacionadas con el concepto tecnología	N/A
Orientación de la política hacia la Transparencia tecnológica	no lo menciona	No lo menciona	No lo menciona	No lo menciona	No lo menciona	No lo menciona	Se orienta hacia un modelo de transparencia lineal, de las tres hélices y de catch up.	No lo menciona

Tabla 20. Identificación del concepto de tecnología limpia en la normativa colombiana parte 2. Fuente: elaboración propia.



Fuente: Rolando Cubillos 2017.

Figura 14. Evolución de las políticas públicas colombianas en materia de desarrollo sostenible a nivel urbano Fuente: elaboración propia.

2.2.4 Constructo 3: Construcciones sostenibles

A continuación, a partir de la revisión literaria, se presentan los atributos correspondientes al constructo 3 denominado construcciones sostenibles. Este constructo está compuesto por tres atributos principales, estos son: compra tecnológica, Firma Constructora y Nuevo Conocimiento. Cada atributo es explicado a partir de diferentes autores de acuerdo con el estudio bibliométrico realizado en la revisión literaria.

2.2.4.1 Atributo 1: Compra de Tecnología

Autores como McCoy (2008) propone el desarrollo de una nueva perspectiva de la comercialización de productos innovadores en la industria de la construcción. Con esta propuesta el autor busca identificar las barreras y oportunidades que tiene el mercado de la vivienda para aceptar la innovación. En este contexto, el autor explica que el proceso de desarrollo de la innovación en una firma constructora, las decisiones técnicas y comerciales necesarias para la introducción de una tecnología en el mercado. Identificando los siguientes factores a tener en cuenta (Andrew Patton McCoy, 2008):

- Definir el tipo de innovación y de comercialización.
- Aplicar estrategias de ingeniería concurrente.
- Identificación del rol del fabricante, sus riesgos y beneficios.
- Identificación del rol del constructor, sus riesgos y beneficios.
- Identificar la clase de vinculación entre las prácticas del fabricante y los patrones de adopción del constructor.

Por otro lado, el autor identifica que en el contexto de la vivienda la innovación no equivale a invención. Además, en este contexto los constructores juegan el rol de un solo actor a lo largo de toda la cadena de suministro y comercialización de la innovación. Asimismo, el autor identifica que el proceso de comercialización juega un papel de coordinación importante en la toma de decisiones técnicas y comerciales que permiten que una innovación

sea aceptada en el mercado. También se identifica que las primeras etapas de comercialización son las más importantes.

El proceso de comercialización debe estar enfocadas a la ingeniería concurrente. Por tanto, la estrategia de mercado debe incluirse en las primeras etapas del proceso. Asimismo, se identifica que la utilización de los recursos humanos y los sistemas de información son tradicionales para el proceso de comercialización de innovaciones en las firmas constructoras productoras de vivienda. Por último, el autor identifica que el sector residencial retrasa en lo posible las inversiones en proceso de innovación hasta etapas tardías de comercialización, ya que la industria de la construcción tiene por tradición actuar con cautela en este tipo de procesos.

Por ello es importante identificar las barreras que se presentan en la difusión de las construcciones sostenibles (A P McCoy et al., 2012). Así pues las tecnologías limpias tienen por objetivo suministrar productos tecnológicos innovadores al mercado de las construcciones sostenibles con el objetivo de reducir impactos ambientales. En consecuencia, dentro de la revisión literaria no se identifican muchas investigaciones que resalten la importancia del estudio del proceso de introducción de productos tecnológicos innovadores en el mercado de la vivienda. Lo cual es importante para identificar el papel de la adopción tecnológica en el mercado de la construcción, en especial en el mercado de la vivienda social.

Por tanto, autores como A P McCoy et al. (2012) sugieren *utilizar encuestas para identificar atributos en la introducción y comercialización de productos innovadores en el sector de las construcciones sostenibles*. Identificar este tipo de atributos en las firmas constructoras de vivienda permitirían reconocer las dinámicas de difusión, adopción y comercialización de tecnologías limpias en la industria de la construcción.

Al respecto, autores como Darko et al. (2018) explican que la adopción de tecnologías sostenibles es importante para implementar la sostenibilidad en la industria de la construcción. El autor identifica que se presentan muchas barreras y oportunidades para la adopción de este tipo de tecnologías. Sin embargo, el autor identifica que no se evidencian

muchos estudios que desarrollen modelos cuantitativos para explicar las barreras y oportunidades de la adopción de tecnologías sostenibles. Para ello, el autor propone un modelo bajo el método de mínimos cuadrados parciales (PLS-SEM).

Los resultados presentados por el autor, fueron los siguientes (Darko et al., 2018):

- Las barreras relacionadas con las instituciones gubernamentales tienen una influencia negativa significativa en la adopción de tecnologías sostenibles.
- Los impulsores relacionados con la empresa tienen una influencia positiva significativa en la adopción de tecnologías sostenibles.
- El autor identifica dos estrategias de promoción tecnológica. 1) regulaciones y estándares gubernamentales. 2) incentivos y apoyo a la I + D, El autor identifica que estas dos estrategias tendrían una influencia positiva significativa en la adopción de tecnologías sostenibles.

En conclusión, El autor sugiere la necesidad de reforzar la participación de las instituciones gubernamentales en la promoción de la adopción de tecnologías sostenibles. Al respecto, autores como Na et al. (2007) identifican la complejidad que se presenta en la relación entre las instituciones públicas y privadas para alentar la innovación en la industria de la construcción. Por tanto, los autores proponen que es pertinente que las instituciones nacionales cultiven entornos competitivos para estimular el aumento directo de la innovación en la construcción y desarrollar grupos industriales con mejores capacidades de investigación.

2.2.4.2 Atributo 2: Nuevo Conocimiento

Según autores como Ali & Badinelli (2016) muestran que se presentan una serie de barreras para la accesibilidad de la información dentro de la industria de la construcción. Por ejemplo, los autores evidencian que en el tema de reutilización de recursos se presenta una falta de información accesible para las firmas constructoras. Esto causa que las firmas constructoras

no logren en los procesos de certificación energética acreditar conocimiento en diferentes procesos que permitan la reutilización de recurso. Asimismo, este nuevo conocimiento no está soportado por un sistema que permita a las firmas constructoras establecer una red de conocimiento, que conecte los procesos de comercialización, la oferta y la demanda, además de las conexiones entre contratistas y diferentes actores de la industria de la construcción. Por tanto, los autores proponen un sistema de información que respalde la toma de decisiones para el personal de las diferentes organizaciones de la industria de la construcción.

Para este fin autores como Tayyab Ahmad et al. (2019) explican los criterios de desempeño que debe tener un proyecto para desarrollar construcciones sostenibles. Estos criterios deben estar vistos desde las tres dimensiones de la sostenibilidad, es decir: la dimensión económica, social y ambiental. Los autores identificaron que estas tres dimensiones tienen un efecto positivo para el desarrollo del proyecto al relacionarse entre sí.

Además, se identificaron los siguientes criterios de desempeño que afectan la accesibilidad del conocimiento (Tayyab Ahmad et al., 2019):

- La planificación del proyecto.
- La calidad del proceso de desarrollo del proyecto.
- La perspectiva del ciclo de vida.
- La gestión del proyecto.
- El método de entrega del proyecto.
- La visión y motivación del cliente.
- Las limitaciones regionales.
- El clima regional.
- Los requisitos de cumplimiento e innovación.

En síntesis, se identifica que la accesibilidad de conocimiento en las firmas constructoras depende de implementar criterios de gestión relacionados con el nuevo conocimiento a usar,

para que este pueda ser efectivo y pueda ser adsorbido de manera adecuada por la firma constructora.

Por otro lado, es importante identificar como el nuevo conocimiento afecta los procesos de producción de vivienda social. Efectivamente, autores como Gan et al. (2017) plantea que para desarrollar un adecuado conocimiento en el desarrollo de los programas de vivienda social es necesario tener en cuenta factores como el costo y el tiempo. Porque uno de los objetivos de este tipo de programas es cubrir las necesidades de los hogares de bajos ingresos.

Según los autores, la dificultad que se presenta es la falta de un marco conceptual que permita consolidar el nuevo conocimiento en sostenibilidad para ser transferido al área de la vivienda social. Lo cual sería muy útil para orientar los indicadores de desempeño para el desarrollo de los proyectos de este tipo de vivienda. Como resultado los autores construyeron una matriz de 24 indicadores de desempeño como herramienta para formulación de políticas y el desarrollo de programas de vivienda social en la industria de la construcción.

Otro punto importante es identificar como las nuevas tecnologías y sus innovaciones actúan como impulsores en el campo de las construcciones sostenibles. Este tipo de conocimientos permiten identificar el comportamiento de tecnologías limpias y la capacidad de adsorción de ese nuevo conocimiento por las firmas constructoras.

Por ejemplo, autores como Lai et al. (2017) proponen la implementación de economías bajas en carbono por medio de la innovación tecnológica. Los autores identifican la relación entre los impulsores de innovación tecnológica y las firmas constructoras. Para ello los autores proponen un estudio que combina dinámica de sistemas y un instrumento de encuesta.

Los resultados presentados por los autores demuestran que la integración de tecnologías a través de la cooperación entre actores permite impulsar la innovación de tecnologías bajas en carbono. Para ello los autores proponen un modelo de dinámica de sistemas que examina la relación entre el gobierno y la empresa privada.

Según las simulaciones del modelo, por ejemplo, China necesitaría de alrededor de 21 años para que la cantidad de edificios bajos en carbono supere a los tradicionales. En conclusión, para los autores el número de firmas constructoras que participan en proceso de innovación baja en carbono no siempre aumentará con la mejora de las fuerzas impulsoras.

Por el contrario, esas empresas se mantendrán estables en el tiempo. Además. Los autores observaron que una única fuerza impulsora de tecnología baja en carbono tiene un impacto limitado. Por tanto, es importante la integración de todo el sistema si se quiere lograr un desarrollo bajo en carbono.

2.2.4.3 Atributo 3: Firma Constructora

Según autores como Manley & Mcfallan (2006) la innovación en la industria de la construcción se mide por medio de las tasas de adopción de tecnología relacionadas con la estrategias y el contexto empresarial. Los resultados del estudio del autor demuestran que la estrategia de mercado es más importante que las condiciones comerciales. Asimismo, el autor identificó que una firma constructora debe implementar tres estrategias que le permiten diferenciarse de empresas con tasas bajas de adopción tecnológica (Manley & Mcfallan, 2006):

- contratación de nuevos graduados.
- introducción de nuevas tecnologías.
- mejorar las capacidades técnicas.

Los resultados también destacan la importancia de realizar I + D y fomentar las ideas de mejora de los empleados. El autor concluye con que a partir de estas tres estrategias se debe tener una política de calidad con el talento humano que lo proteja y lo mejore.

En este mismo sentido, a partir de la revisión literaria se ha identificado que es importante el papel que juega el cliente frente a la firma constructora en el proceso de innovación (Manley, 2006). Ya que, la competencia interna de los clientes impacta la innovación de la industria

de la construcción. Por ello se observa que los clientes tienen un mayor nivel de competencia frente a los procesos de innovación, que otros autores como, por ejemplo, contratistas, consultores y proveedores.

En consecuencia, otros estudios (Steinhardt & Manley, 2016) examinan los procesos de gestión de la innovación en las firmas constructoras en el área de la producción de vivienda prefabricada. Teniendo en cuenta que hoy los procesos de prefabricación se orientan a la eficiencia y la reducción de impactos ambientales. Esta es una herramienta adecuada para el impulso de nuevas tecnologías innovadoras.

Sin embargo, se identifica que la adopción de este tipo de tecnologías no ha sido rápida en el contexto internacional. Los autores de este estudio identificaron cuatro principales determinantes de la adopción de las tecnologías prefabricadas en las firmas constructoras para la mejoras de la producción de vivienda (Steinhardt & Manley, 2016):

- Identificar el número anual de viviendas producidas.
- Identificar las tasas de construcción nueva frente a la renovación.
- Identificar los modelos de propiedad de las nuevas viviendas.
- Identificar los tipos de viviendas construidas.

2.3 Marco teórico referencial

Esta sección tiene por objetivo identificar y caracterizar los modelos de transferencia de tecnología. Para ello, en primer lugar se muestra la aproximación al concepto de modelos de transferencia tecnológica. En segundo lugar, se explica la transferencia tecnológica y su relación con la Dinámica de Sistemas. Para terminar con la síntesis del marco teórico referencial.

2.3.1 Aproximación al concepto de modelos de transferencia tecnológica

Según la revisión sistemática de la literatura realizada por Hilkevics & Hilkevics (2017) la transferencia de tecnología es un proceso, que involucra la participación de académicos, no académicos, instituciones gubernamentales y empresas. Según los autores, el proceso de evolución de los modelos de transferencia de tecnología desde 1945 hasta la actualidad, consideran tres principales clases de modelos de transferencia de tecnología, estos son: los modelos lineales. Los modelos secuenciales paralelos no lineales y los modelos de retroalimentación no lineales.

A continuación, se describen la clasificación de estos modelos de acuerdo con los autores anteriormente mencionados.

- **Los modelos lineales:** estos modelos son buenos cuando el papel dominante en el proceso de Transferencia Tecnológica está dirigido por las universidades. Las universidades son estructuras grandes y conservadoras y, por lo tanto, los modelos lineales son relativamente lentos.
- **Los modelos secuenciales paralelos no lineales:** estos modelos son buenos cuando el papel dominante en el proceso de Transferencia Tecnológica está dirigido por las compañías antiguas estables. Este tipo de empresas son más flexibles que las universidades y, por lo tanto, los modelos secuenciales paralelos son más rápidos que los modelos lineales.
- **Los modelos de retroalimentación no lineales:** estos modelos son buenos cuando el papel dominante en el proceso de Transferencia Tecnológica está dirigido por las nuevas empresas. Estas empresas se caracterizan por ser más flexibles que las existentes y, por lo tanto, los modelos de retroalimentación son más rápidos que los modelos secuenciales paralelos, pero la implementación de dichos modelos está relacionada con mayores riesgos.

La Tabla 21 a la Tabla 23 expone un resumen de los diferentes modelos de transferencia tecnológica de acuerdo con la clasificación realizada por Hilkevics & Hilkevics (2017) y mencionada anteriormente. Por otro lado, los autores Wahab et al. (2009) realizan una revisión sistemática de la literatura sobre la clasificación de los diferentes modelos de transferencia tecnológica. En la Tabla 24 se expone un resumen de los diferentes modelos analizados por los autores entre 1945 y después de los años 1990.

Modelos lineales de transferencia de tecnología (Linear models of Technology Transfer)				
1	Modelo	Año	Principal característica de este tipo de modelos	Principal barrera de este tipo de del modelos
1.1	Modelo de apropiabilidad (Appropriability Model)	1940-1950		
1.2	Modelo de difusión (Dissemination Model)	1960-1970	Los modelos lineales son buenos cuando el papel dominante en el proceso Transferencia Tecnológica esta en las universidades. Las universidades son estructuras grandes y conservadoras y, por lo tanto, los modelos Transferencia Tecnológica lineales son relativamente lentos (Hilkevics & Hilkevics, 2017).	Las universidades son estructuras grandes y conservadoras y, por lo tanto, los modelos Transferencia Tecnológica lineales son relativamente lentos (Hilkevics & Hilkevics, 2017).
1.3	Modelo de utilización (Utilization Model)	1980		
1.4	Modelo de comunicación de transferencia de tecnología (Communication Model of technology transfer)	1990		

Tabla 21. Clasificación de los modelos de transferencia Tecnológica según (Hilkevics & Hilkevics, 2017)

Modelos secuenciales paralelos no lineales (Non-linear parallel-sequential models)				
2	Modelo	Año	Principal característica de este tipo de modelos	Principal barrera de este tipo de del modelos
2.1	Modelo de transferencia de tecnología de dos niveles (Two level technology transfer model)			
2.2	Modelo cíclico de 8 pasos de la NASA (NASA 8 steps cyclical model)	2000 en adelante	Los modelos secuenciales paralelos no lineales son buenos cuando el papel dominante en el proceso de Transferencia Tecnológica es de las compañías antiguas estables. Los modelos secuenciales paralelos son más rápidos que los modelos de lineales (Hilkevics & Hilkevics, 2017).	La implementación de estos modelos en sus primeras etapas implica la introducción de un número significativo de etapas (Hilkevics & Hilkevics, 2017).
2.3	Modelo cíclico de 7 pasos (Cyclical 7 steps model)			
2.4	modelo cíclico farmacéutica de 8 pasos (Pharmaceutical 8 steps cyclical model)			
2.5	Modelo con alternativas (Model with alternatives)			

Tabla 22. Clasificación de los modelos de transferencia Tecnológica según (Hilkevics & Hilkevics, 2017)

Modelos de retroalimentación no lineales. (Non-linear back feed models)				
	Modelo	Año	Principal característica de este tipo de modelos	Principal barrera de este tipo de del modelos
	Modelo de retroalimentación de la transferencia tecnológica (Non-linear back feed models)	200 en adelante	Los modelos de retroalimentación son buenos cuando el papel dominante en el proceso de Transferencia Tecnológica esta las nuevas empresas. Los modelos de retroalimentación son más rápidos que los modelos secuenciales y paralelos (Hilkevics & Hilkevics, 2017).	Este modelo necesita métodos de administración más flexibles. Pero la implementación de dichos modelos está relacionada con mayores riesgos (Hilkevics & Hilkevics, 2017).

Tabla 23. Clasificación de los modelos de transferencia Tecnológica según (Hilkevics & Hilkevics, 2017)

Modelo	Año	Características
El modelo de apropiabilidad (The Appropriability Model)	1945-1950	Este modelo sugiere que las tecnologías buenas o de calidad se venden por sí mismas. El modelo enfatiza la importancia de la calidad de la investigación y la presión competitiva del mercado para lograr la Transferencia Tecnológica y promover el uso de los resultados de la investigación (Wahab et al,2009).
El Modelo de Difusión (The Dissemination Model)	1960-1970	Este modelo, que fue popularizado por Rogers (1983). Este enfoque sugiere que los expertos difunden a los usuarios potenciales la importancia de la tecnología y la innovación. Este modelo asume que un experto transferirá el conocimiento especializado al usuario dispuesto. Este modelo incluye la responsabilidad principal del experto para seleccionar la tecnología y garantizar que la tecnología esté disponible para un receptor que pueda comprender y potencialmente utilizar la tecnología (Wahab et al,2009).
El Modelo de Utilización del Conocimiento (The Knowledge Utilization Model)	1980	Este modelo enfatiza el papel de la comunicación interpersonal entre los desarrolladores, los investigadores de tecnología y los usuarios de tecnología. El enfoque de la utilización del conocimiento representa un paso evolutivo que se centra en cómo organizar el conocimiento para su uso efectivo en el entorno de los usuarios de tecnología (Wahab et al,2009).
El modelo de comunicación (The Communication Model)	1990	El modelo de comunicación reemplaza a los modelos de transferencia anteriores. Este modelo percibe la transferencia tecnológica como "un proceso de comunicación y flujo de información en el que la comunicación se entiende que se ocupa del intercambio total y el intercambio de significados". Este modelo sugiere la tecnología como "un proceso continuo que involucra un proceso interactivo de dos vías (no lineal) mediante el intercambio continuo y simultáneo de ideas entre los individuos involucrados" (Wahab et al,2009).
Modelo de Gibson y Slimor (Gibson and Slimor's Model)	1991	Este modelo describe el proceso de transferencia tecnológica desde la perspectiva de tres niveles: 1) Desarrollo de tecnología, 2) Aceptación de tecnología y 3) Aplicación tecnológica. Los autores consideran el desarrollo tecnológico como el nivel más importante donde el proceso de transferencia se considera pasivo a través de medios de transferencia como la investigación (Wahab et al, 2009).
Modelo de Sung y Gibson (ModelSung and Gibson's Model)	1991	A nivel de creación, los desarrolladores de tecnología realizan investigaciones sobre el conocimiento y poner a disposición sus resultados a través de publicaciones en diversos formatos. La transferencia tecnológica en este nivel se considera un proceso pasivo en el que solo necesita la participación mínima de todos los participantes. Luego, los desarrolladores y usuarios de tecnología comienzan a compartir la responsabilidad a medida que el éxito de la transferencia de tecnología se produce cuando el conocimiento y la tecnología se convierten en bienes aceptados y comprendidos por los usuarios (Wahab et al, 2009).
Modelo de Rebentisch and Ferretti (Rebentisch and Ferretti's Model)	1995	El alcance de la transferencia está determinado por la cantidad de información incorporada en la tecnología y el tipo de tecnologías que una empresa busca adquirir de la fuente. Sobre la base de este modelo, el alcance de la transferencia consiste en cuatro tipos de tecnologías: conocimiento general, conocimiento específico, hardware y comportamientos (Wahab et al, 2009).

Tabla 24. Clasificación de los modelos de transferencia tecnológica según (Wahab et al., 2009)

2.3.2 Transferencia tecnológica y su relación con la Dinámica de Sistemas

Los sistemas de transferencia de tecnología a nivel internacional involucran complejas relaciones donde los aspectos económicos, ambientales y sociales están relacionados con la sostenibilidad. Por este motivo este tipo de sistemas toma especial interés por su dinámica y complejidad. Se observa que el modelado y simulación a partir de la dinámica de sistemas (DS) es adecuado para examinar las posibles estrategias de transferencia de tecnologías limpias en la industria de la construcción de vivienda social y permitir a futuro considerar acciones de implantación de este tipo de tecnologías en la producción de vivienda social y políticas a largo plazo que responda a este tipo de dinámicas.

La revisión de la literatura sugiere una respuesta desde el pensamiento sistémico en un marco conceptual, y propone lineamientos para la construcción de un modelo de DS en la transferencia de tecnologías limpias en la vivienda social en Colombia. Un análisis de la revisión de la literatura identificó que existen estudios sobre la vivienda social relacionados con la industria de la construcción a partir del modelamiento de DS.

Pero no incluyen en ellos las variables de tecnologías limpias, transferencia tecnológica, ni aspectos de sostenibilidad. Variables que hoy son fundamentales para los procesos de transferencia tecnológica e innovación en el sector de la construcción y particularmente en la producción de vivienda social. Al respecto la revisión literaria identificó dos de los métodos más utilizados y que están relacionados con los temas de estudio, estos fueron: Proceso Analítico Jerárquico (Analytic Hierarchy Process, AHP) y el método Dinámica de Sistemas (System Dynamics, SD).

Según la revisión documental realizada, en el área de las Tecnologías Limpias el método AHP ha sido utilizado en un 3%. Mientras que el método DS tan solo en un 1%. Lo que supone una oportunidad de aplicación del segundo método en esta área. En cuanto al área de la Vivienda Social el método AHP ha sido aplicado tan solo en un 3%, frente a un 85%

de aplicación del método DS (Demirtas, 2013; Lee et al., 2012; Moussavi Nadoushani et al., 2017; Mulliner et al., 2015; Pineda, 2014; Salimi & Rezaei, 2015).

Por otro lado, en el área de la Gestión tecnológica la aplicación del método AHP ha sido utilizado en un 83% (ver Tabla 25 y Tabla 26). Mientras que el método DS tan solo en un 12%. Lo que supone otra oportunidad de aplicación del segundo método en esta área. Por último, en el área de la transferencia tecnológica el método AHP ha sido utilizado en un 11%. Mientras que el método DS tan solo en un 2%. Lo que permite el uso de la DS como metodología en esta área (Calderón et al., 2014; Erol & Kilkiş, 2012; Fazeli & Davidsdottir, 2018; Jimenez et al., 2016; Kumar et al., 2017; Lietaert, 2010; Marzouk & Azab, 2017; Onat et al., 2014).

Método	categorías				Total
	UA1 Clean Technology	UA2 Social Housing	UA3 Technology Management	C2 Technology Transfer	
MA2 Dinámica de Sistemas (System Dynamics, SD).	47	2948	416	75	3486
MA3 Proceso Analítico Jerárquico (Analytic Hierarchy Process, AHP)	34	32	897	114	1077
				Total	4563

C2 = Constructo 2 UA1 = Unidad de análisis 1 UA2 = Unidad de análisis 2 UA3 = Unidad de análisis 3 C2 - Transferencia tecnológica
MA2 = Método de análisis 2 MA3 = Método de análisis 3

Tabla 25. Revisión literaria de métodos cuantitativos más utilizados en el estudio de la Trasterferencia Tecnológica relacionados con sus unidades de análisis. Elaboración propia.

Método	categorías				Total
	UA1 Clean Technology	UA2 Social Housing	UA3 Technology Management	C2 Technology Transfer	
MA2 Dinámica de Sistemas (System Dynamics, SD).	1%	85%	12%	2%	100%
MA3 Proceso Analítico Jerárquico (Analytic Hierarchy Process, AHP)	3%	3%	83%	11%	100%

C2 = Constructo 2 UA1 = Unidad de análisis 1 UA2 = Unidad de análisis 2 UA3 = Unidad de análisis 3 C2 - Transferencia tecnológica
MA2 = Método de análisis 2 MA3 = Método de análisis 3

Tabla 26. Porcentajes de los métodos cuantitativos más usados en el estudio de la Trasterferencia Tecnológica relacionados con las unidades de análisis. Elaboración propia.

2.3.3 Síntesis del marco teórico referencial

En síntesis, el marco teórico referencial de este trabajo doctoral está dado por la relación entre la revisión literaria anteriormente explicada y el orden lógico que se muestra a continuación en la Tabla 27.

Marco referencial	Estado del arte			Estado de la practica
	Constructo	Método	Relación - Objetivo	Enlaces - Unidad de análisis
Marco teórico y Marco empírico	C1 - Innovación			UA1 - tecnologías Limpias
	C2 - Transferencia tecnológica	MA1 = Encuesta MA2 = Análisis Factorial Exploratorio (AFE) /	OBJ1 = Identificación de los Modelos de Transferencia de Tecnologías Limpias	
	C3 - Construcciones sostenibles	Análisi factorial Confirmatorio (AFC)	OBJ2 = Caracterización de los Modelos de Transferencia de Tecnologías Limpias	UA 2 - Vivienda Social en Colombia
Marco empírico	C1 - Innovación			UA1 - tecnologías Limpias
	C2 - Transferencia tecnológica	MA3 - Teoría de Dinámica de Sistemas /	OBJ 3 - Diseño Modelo Sistémico que explique la Dinámica de la Transferencia de Tecnologías Limpias	UA 2 - Vivienda Social en Colombia
	C3 - Construcciones sostenibles			
	C1 = Constructo 1	MA1 = Método de análisis 1	OBJ 1= Objetivo específico 1	UA1 =Unidad de análisis 1
	C2 = Constructo 2	MA2 = Método de análisis 2	OBJ 2= Objetivo específico 2	UA2 =Unidad de análisis 2
	C3 = Constructo 3	MA3 = Método de análisis 3	OBJ 3= Objetivo específico 3	

Tabla 27. Estructura del marco teórico referencial. Elaboración propia

2.4 Conclusiones capítulo 2

Para el diseño del marco teórico de los constructos de investigación, se utilizó la metodología PRISMA como herramienta para realizar una revisión literaria por medio de bases de datos. La información de estudio fue clasificada en estructurada y no estructurada. La información estructurada se realizó a partir de la revisión de artículos científicos en la base de datos Scopus. La información no estructurada se realizó a partir del estudio de reportes, documentos institucionales y artículos de acceso abierto no indexados en bases de datos científicos cerrados o de pago.

Luego de la identificación de las palabras claves y seleccionar la información estructurada y no estructurada, se procedió a realizar un análisis bibliométrico a partir de la utilización del software VOSviewer. Del análisis bibliométrico, se obtuvo los 20 mejores autores, los 20

mejores países y las 20 mejores organizaciones que desarrollan investigaciones sobre los temas de estudio.

Después, se definieron los constructos de investigación para entender de manera más adecuada el diseño de un modelo de comprensión de la dinámica de la transferencia de tecnologías limpias en la vivienda social en Colombia. En este contexto la vivienda social representa una porción significativa de la producción tanto nacional como internacional. Por tanto, se evidencia la necesidad de un enfoque integral para la comprensión de la producción de la vivienda social.

Este enfoque, permite comprender los mecanismos que impulsan las construcciones sostenibles. Esto implica una adecuada utilización de la tecnología. En este sentido la revisión literaria evidencia que la identificación de los impactos ambientales de las viviendas permite la introducción de tecnologías energéticas innovadoras. En donde es de crucial valor las relaciones entre los usuarios, las autoridades locales y el sector construcción.

Sin embargo, se presentan barreras por falta de confianza entre los diferentes actores implicados. A pesar de ello, los autores consultados muestran que la adopción de tecnologías innovadoras en la vivienda social representa un potencial para la industria de la construcción.

Además, en la revisión literaria se identificó que existe una relación positiva tanto entre la participación de los constructores de vivienda privada como la formalización en la expansión de la vivienda social. Por otro lado, la difusión y aceptación de la tecnología juega un papel importante para el desarrollo futuro de las construcciones sostenibles. Estas reflexiones, son una buena referencia para el estudio de la implantación de tecnologías innovadoras en la vivienda social en Colombia. Como, por ejemplo, la implantación de las tecnologías limpias.

Para la construcción del marco teórico de la investigación se diseñaron tres constructos a partir de la revisión literaria, estos fueron; 1) Innovación. 2) Transferencia Tecnológica. 3) Construcciones sostenibles.

El primer constructo denominado innovación está compuesto por tres atributos principales, estos son: Entorno de mercado, Proceso de innovación y Personal de investigación. El segundo constructo denominado transferencia tecnológica está compuesto por cuatro atributos principales, estos son: Aceptación Tecnológica, Adaptación Tecnológica, Capacidad Tecnológica y Tecnología Limpia. Finalmente, el tercer constructo denominado construcciones sostenibles está compuesto por tres atributos principales, estos son: Compra Tecnológica, Firma Constructora y Nuevo Conocimiento.

El análisis de la revisión literaria para el diseño de estos tres constructos permitió la elaboración de una aproximación a los modelos de transferencia tecnológica. Estos modelos se clasifican en tres: en primer lugar, los modelos lineales. En segundo lugar los modelos secuenciales paralelos no lineales y finalmente, los modelos de retroalimentación no lineal.

En este sentido se identificó que, los sistemas de transferencia de tecnología a nivel internacional involucran complejas relaciones donde los aspectos económicos, ambientales y sociales están relacionados con la sostenibilidad. caracterizándose por ser sistemas dinámicos y complejos. Por tanto, se concluye que el modelado y simulación a partir de la dinámica de sistemas (DS) es adecuado para examinar las posibles estrategias de transferencia de tecnologías limpias en la industria de la construcción de vivienda social.

Capítulo 3

Marco empírico de investigación

Este capítulo tiene por objetivos identificar y caracterizar los modelos de transferencia de tecnología desde la experiencia de la industria de la construcción. Para ello se recurrió a un diseño y realización de una encuesta, particularmente a diferentes actores relacionados con la transferencia de tecnología y la producción de vivienda social. El capítulo se organiza de la siguiente manera: 1) Se presenta el diseño de la encuesta. 2) Se presentan la síntesis de los resultados del marco empírico de la investigación. 3) Se realiza el análisis estadístico de los resultados de la encuesta. 4) Finalmente, se exponen las conclusiones del capítulo.

3.1 Diseño de la encuesta.

Para el diseño del instrumento en primer lugar se analizaron los estudios económicos de Camacol¹ (Camara Colombiana de la Construcción - CAMACOL, 2014, 2016, 2017, 2018, 2019), datos sobre el desempeño del sector construcción según estudios de la Superintendencias de Sociedades (Superintendencia de sociedades, 2018), información del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio de Colombia y del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE, 2016, 2020c, 2020b). Esta encuesta tubo un periodo de desarrollo de ocho (8) meses de noviembre de 2018 a junio de 2019 (Valencia Ricón, 2019).

¹ Cámara Colombiana de la Construcción.

La Tabla 28 expone la ficha técnica de la encuesta. Para el diseño de este instrumento se siguieron los lineamientos de McDaniel & Gates (2016) y de Hernandez et al. (2010). El método aplicado fue el de muestreo probabilístico por conglomerados. este tipo de muestra probabilística se utiliza cuando las unidades de muestreo se seleccionan de distintas áreas demográficas.

Es decir, esta técnica se aplica cuando se tienen grupos de población que representan correctamente el total del universo de estudio en relación con la característica que se quieren medir. Por tanto, estos grupos contienen toda la variabilidad de la población y son muy similares entre sí (Hernandez et al., 2010). En este caso según los datos consultados en las diversas fuentes empíricas del sector construcción se seleccionaron cuatro (4) ciudades de Colombia. Estas fueron: Barranquilla, Bogotá, Cali y Medellín.

Por otro lado, el universo de estudio fueron 2171 firmas constructoras que representan el total de firmas constructoras a 2018. Teniendo en cuenta que tradicionalmente la industria de la construcción es muy reservada en Colombia se calculó un límite de confianza del 90% (ver detalle de los cálculos en el punto 3.2.1.1) y con un margen de error del 5%.

Ficha técnica Instrumento de encuesta		
Ítem	Autor	Obsevaciones
Proceso de diseño Instrumento	(McDaniel & Gates, 2011; Hernández et al., 2010)	
Metodología a aplicar en el instrumento	Muestreo probabilístico por conglomerados "racimos" o clúster	
Ciudades seleccionadas		Barranquilla, Bogotá, Cali, Medellín.
Fuentes de datos		(Camacol, 2018; Superintendencia de Sociedades, 2018; DANE, 2019)
Tamaño de las firmas constructoras por tamaño		2172
Universo		Directivos de 46 constructoras mas importantes del país y cuyo proyectos de vivienda son "VIS". Este universo representa el 100% del total se constructoras de Colombia.
Marco muestral		En la primera fase del muestreo, base de datos de las constructoras. En la segunda fase, filtro de proyectos y firmas constructoras dedicadas a "VIS". En la tercera fase entrevista a directivos de cada constructoras y en cada ciudad seleccionada.
Tamaño y distribución de la muestra		46 entrevistas
Límite de confianza		90%
Margen de error		5%
Técnica de recolección		Evento presencial y encuesta por correo electrónico

Tabla 28. Ficha técnica de la encuesta, (Valencia Ricón, 2019).

3.1.1 Universo de estudio

El sector de la construcción es uno de los sectores económicos importantes para Colombia. Según Camacol (2018) en el año 2018 existían 2172 firmas constructoras en el país. Aunque con una disminución de 173 empresas con respecto al año 2017. Esta disminución fue causada por circunstancias del mercado, sumado a diferentes variables económicas que se presentaron en el país.

La Tabla 29 expone el tamaño de las firmas constructoras y su porcentaje de participación en el mercado. Las firmas pequeñas representan el 88% del mercado. Mientras que las firmas medianas representan el 11% y por último las firmas grandes el 1%.

Firma constructora	Cantidad	% de participación
Pequeñas	1916	88%
Medianas	232	11%
Grandes	24	1%
Total	2172	100%

Tabla 29. Tamaño de las firmas constructoras y su participación en el mercado. Elaboración propia basado en los datos de (Camara Colombiana de la Construcción - CAMACOL, 2018)

De los datos anteriores se observa que la distribución del porcentaje de participación puede indicar que a muchas de las constructoras pequeñas no les interese trabajar en planes y proyectos VIS y VIP. En este caso se observa que sólo el 11% del total de empresas entre medianas y grandes (1,1%) tienen un interés y capacidad para desarrollar proyectos VIS y VIP. A continuación la Tabla 30 y la Tabla 31 exponen el cálculo de la población y el cálculo de error.

$$n = \frac{Z^2 pqN}{e^2(N-1) + z^2 pq}$$

e = Margen de error (Máximo recomendado 5%)

N = Población

p = Posibilidad que ocurra el suceso

q = Posibilidad que no ocurra el evento

NOTA: Si p y q no se conocen, se da un valor de

Para población conocida finita
menor a 100.000

Ingrese el valor de e	5%
Ingrese el valor de N	2.172
Ingrese el valor de p	5%
Ingrese el valor de q	96%

TAMAÑO DE LA MUESTRA DE
ACUERDO AL ERROR Y AL NIVEL DE
CONFIANZA DESEADO

NIVEL DE CONFIANZA	UNIDADES A APLICAR
90,0%	46

Tabla 30. Cálculo de población finita. Elaboración propia.

$$e = z * \sqrt{\left(\frac{p * q}{n}\right) \left(\frac{N - n}{N - 1}\right)}$$

e = Margen de error (Máximo recomendado 5%)

N = Población

p = Posibilidad que ocurra el suceso

q = Posibilidad que no ocurra el evento

NOTA: Si p y q no se conocen, se da un valor de

Total de la población conocida y
menor a 100.000

Ingrese el valor de n	46
Ingrese el valor de N	2.172
Ingrese el valor de p	5%
Ingrese el valor de q	96%

NIVEL DE ERROR DE ACUERDO AL
NIVEL DE CONFIANZA DESEADO

NIVEL DE CONFIANZA	NIVEL DE ERROR
90,0%	5,0%

Tabla 31. Cálculo de error de población finita. Elaboración propia.

La encuesta se desarrolló en dos etapas. La primera etapa consistió en el diseño y desarrollo del piloto. Para ello, la encuesta fue presentada a expertos de la industria de la construcción, en tres áreas: construcciones sostenibles, vivienda social y tecnología. La segunda etapa consistió en aplicar la encuesta a las firmas constructoras del sector construcción en especial a empresas orientadas a la producción de vivienda social.

Teniendo en cuenta que tradicionalmente el sector construcción es muy reservado. Se cálculo un 90% de nivel de confianza. La Tabla 32 muestra el resumen general de las firmas constructoras que participaron en el proceso. Esta segunda etapa se realizó por medio de un evento presencial en donde se debatió con los asistentes diferentes temas de innovación en el sector de la vivienda social y se aplicó al final la encuesta (ver Figura 15 a la Figura 18).

Luego por medio de base de datos del sector se envió la encuesta vía correo electrónico a diferentes empresas de la industria de la construcción relacionadas con vivienda social. En la Tabla 33 se muestra las fases en las que se recolectaron los datos para la encuesta.

Ítem	Número	%	
Total de empresas invitadas	523		
No. empresas con datos erroneos	26	5%	
No. Empresas que respondieron que no participaban	90	17%	26%
No. Empresas que no se identifico si recibieron la información	19	4%	
No. Empresa que recibieron la información	342	65%	74%
No de empresas que contestaron la encuesta	46	9%	

Tabla 32. Resumen proceso de encuesta la industria de la construcción. Elaboración propia.

Fase 1 - Piloto		
Encuesta piloto	10	Empresas
Metodo del piloto	Entrevista personal	
Tiempo de ejecución	2	meses
Fase 2 - Evento presencial		
Se invitaron	97	empresas
Asistieron	10	empresas
% asistencia	10	%
No de asistentes que contestaron la encuesta	10	empresas
Tiempo de ejecución (tiempo de planeación + día del evento)	2	meses
Fase 3 - Encuesta por correo electrónico		
Se invitaron por correo electronico a	426	empresas
Respondieron	36	empresas
% de respuesta	8	%
Tiempo de ejecución	4	meses

Tabla 33. Fases de recolección de datos de la encuesta. Elaboración propia.



Figura 15. Evento presencial. Elaboración propia



Figura 16 Evento presencial. Elaboración propia



Figura 17 Evento presencial. Elaboración propia

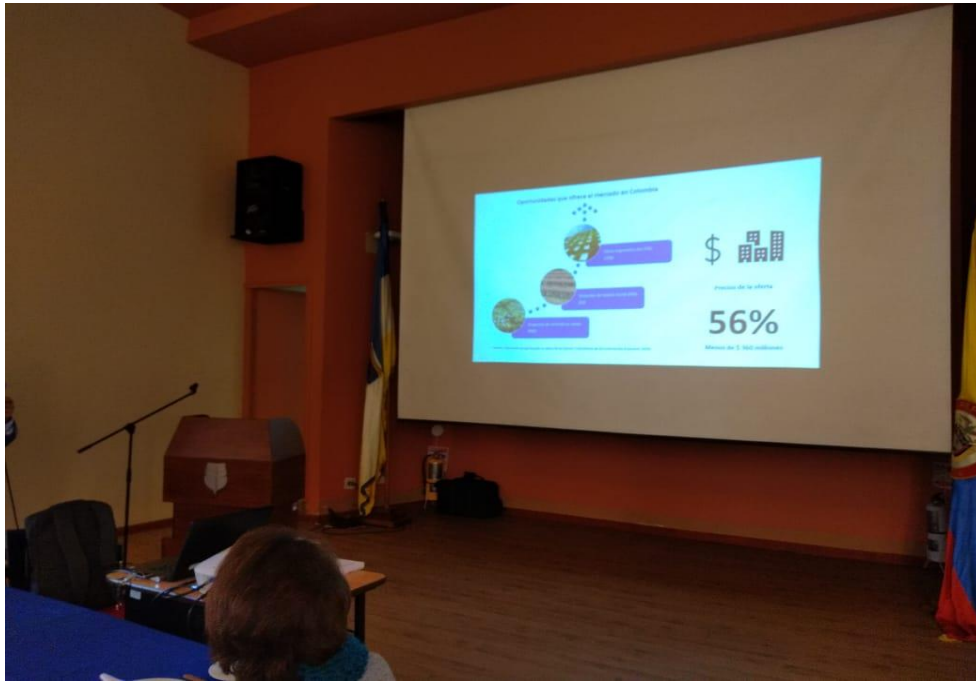


Figura 18 Evento presencial. Elaboración propia

3.1.2 Validación del piloto de la encuesta

La encuesta piloto fue estructurada sobre 120 ítems y presentada A 10 expertos para que contestaran la encuesta (ver Tabla 34). El resultado de validación por Alfa de Cronbach basado en elementos estandarizados fue de 0.86. teniendo como referencia un alfa mínima > 0.70.

Panel de expertos de la industria de la construcción en el sectores VIS				
Tipo de experto	Áreas de experticia			Cantidad
	Construcciones Sostenibles	Vivienda Social	Tecnología	
Expertos de la industria de la construcción	X	X		2
Expertos de Instituciones gubernamentales		X	X	2
Expertos de Instituciones privadas y ONG	X	X		2
Expertos nacionales en el tema		X	X	2
Expertos internacionales en el tema	X	X		2
Total				10

Tabla 34. Panel de expertos industria de la construcción en el sector VIS. Elaboración propia.

El análisis de fiabilidad se realizó por medio del programa SPSS. Para elaborar el análisis de fiabilidad se calcularon descriptivos estadísticos y resúmenes. La Tabla 35 y la Tabla 36 muestran el resumen del cálculo correspondiente.

Resumen de procesamiento de casos

		N	%
Casos	Válido	10	100,0
	Excluido ^a	0	0,0
	Total	10	100,0

a. La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.

Tabla 35. Resumen procesamiento de casos prueba piloto encuesta

Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
0,760	0,861	120

Tabla 36. Resultado prueba de fiabilidad prueba piloto encuesta

3.1.3 Articulación de los constructos de estudio a la encuesta

Para el diseño de la encuesta se articularon los constructos de investigación de acuerdo a las cuatro relaciones reconocidas en la revisión literaria. Estas fueron: 1) estrategia de mercado. 2) modelo de transferencia. 3) Desarrollo de proyecto. 4) Perfil de la organización.

La Figura 19 muestra las relación de los tres constructos propuestos con las relaciones identificadas según la revisión literaria. La Tabla 37 a la Tabla 39. Muestra la estructura del constructo con los tres criterios de atributo, relación y canal, soportado por los autores de la revisión literaria.

Constructos de estudio

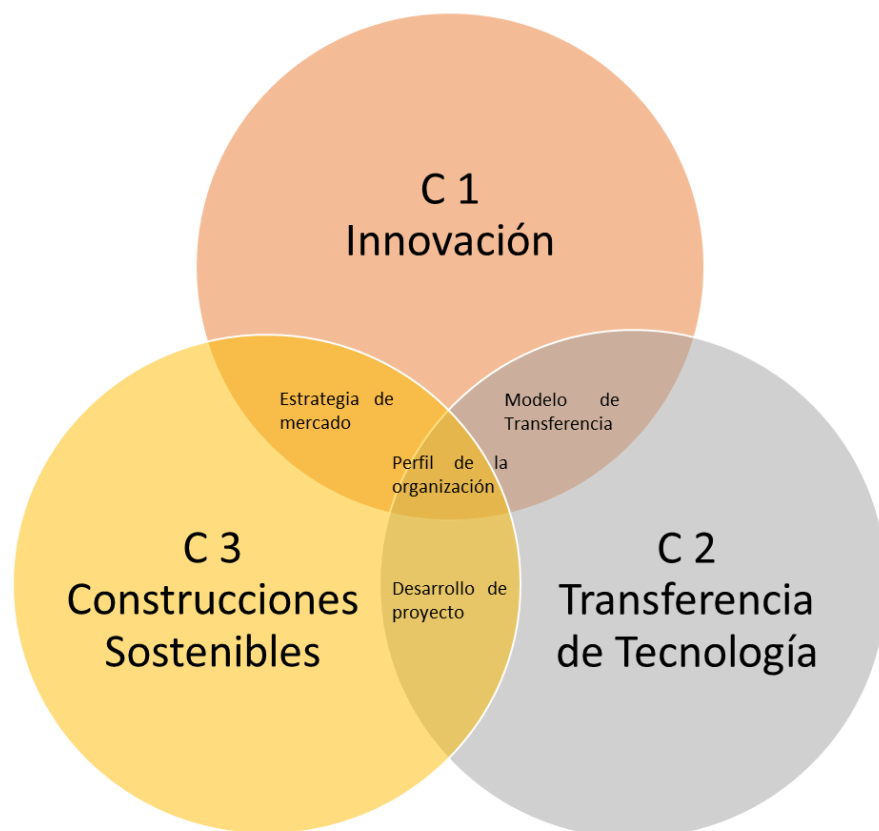


Figura 19. Diagrama de VENN. Relación teórica entre constructos. Elaboración propia.

Atributo			Relación			Canal		
No.	Variables	Autores	No.	Factor	Autores	No.	Constructo	Autores
1	Entorno del mercado	(Brewer et al., 2013) (Davis et al., 2016) (Kasemsap, 2015) (Loosemore, 2014) (Sexton et al., 2001)	1	Estrategia de mercado	(Brewer et al., 2013) (Davis et al., 2016) (Kasemsap, 2015) (Loosemore, 2014) (Sexton et al., 2001)	1	Innovación	(Na et al., 2007) (P. & M., 2006) (Sexton & Barrett, 2003) (Whyte & Sexton, 2011)
2	Personal de investigación	(Carlsson, 2016) (Lu & Sexton, 2006)						
3	Proceso de innovación	(Dulaimi et al., 2002) (Dou et al., 2019) (Hartmann, 2006) (Harty, 2008) (Ling, 2003) (Na et al., 2007)						

Tabla 37. Atributos, relaciones y canales del constructo 1 Innovación. Elaboración propia basado en la revisión literaria.

Constructo 2 - Transferencia Tecnológica								
Atributos			Relación		Canal			
No.	Variabes	Autores	No.	Factor	Autores	No.	Constructo	Autores
1	Aceptación Tecnológica	(Foroozanfar et al., 2017) (Sepasgozar & Davis, 2019) (Sepasgozar & Davis, 2018) (Sexton et al., 2006)	2	Modelo de transferencia	(Hilkevics & Hilkevics, 2017) (Wahab et al., 2009)	2	Transferencia tecnológica	(Auto & Laamanen, 1995; Hameri & Vuola, 1996; Ramanathan, 1991) (Hameri & Vuola, 1996) (Irwin & More, 1991) (Rogers & Shoemaker, 1971) (E. Rogers, 1983) (Speiser, 2006) (Wahab et al., 2009) (Wani et al., 2011)
2	Adaptación Tecnológica	(R.-A. Cubillos-González, 2020) (Disabuley et al., 2014) (Disabuley & Jackson, 2019) (Wei & Miraglia, 2017)						
3	Capacidad tecnológica	(Manley, 2008) (Yang, 2007)						
4	Tecnología limpia	(R. A. Cubillos-González et al., 2017) (Cubillos-González & Novogil-González-Anleo, 2018) (DCT, EuPD Research, 2013) (European Environment Agency, 2020) (Fu et al., 2018) (ODEC, 2007) (United-Nations, 1997)						

Tabla 38. Atributos, relaciones y canales del constructo 2 transferencia Tecnológica. Elaboración propia basado en la revisión literaria.

Constructo 3 - Construcciones Sostenibles								
Atributos			Relación		Canal			
No.	Variabes	Autores	No.	Factor	Autores	No.	Constructo	Autores
1	Compra de tecnología	(Andrew Patton McCoy, 2008) (A.P. McCoy et al., 2012) (Dario et al., 2018) (McCoy, 2008) (Na et al., 2007)	3	Desarrollo del proyecto	(Carlsson, 2016) (Lu & Sexton, 2006)	3	Construcciones sostenibles	(Ali & Badinelli, 2016) (Gan et al., 2017) (Lai et al., 2017) (Tayyab Ahmad et al., 2019)
2	Firma constructora	(Manley & McFallan, 2006) (Manley, 2006)						
3	Nuevo conocimiento	(Ali & Badinelli, 2016) (Gan et al., 2017) (Lai et al., 2017) (Tayyab Ahmad et al., 2019)						

Tabla 39. Atributos, relaciones y canales del constructo 3 Construcciones sostenibles. Elaboración propia basado en la revisión literaria.

3.1.3 Estructura de las secciones de la encuesta.

A continuación de la Tabla 40 a la Tabla 47 se muestra la estructura de la encuesta propuesta. Las preguntas responden a la organización de la relación, el canal, el atributo, el número de la pregunta, el código de la variable y el autor que soporta la pregunta a partir de la revisión literaria.

Asimismo estas tablas exponen las secciones de la encuesta. En este caso la encuesta tiene 4 secciones, organizadas de la siguiente manera: 1) Perfil de la organización. 2) Desarrollo de

proyectos. 3) Modelos de transferencia. 4) Estrategia de mercado. Las cuatro secciones presentan 7 preguntas principales y 31 sub-preguntas. En 131 ítems de análisis.

La sección 1 – Perfil de la organización centra las preguntas en el año de creación de la firma constructora, el número de empleados y el tipo de sociedad. Asimismo pregunta si la firma constructora realiza procesos de innovación. Finalmente en esta sección se pregunta si la firma tiene un departamento de I+D+i.

La sección 2 - Desarrollo de proyectos reúne seis preguntas. En primer lugar se pregunta si la firma constructora compra o desarrolla tecnología. Luego, se le pregunta sobre las dificultades que tiene la organización al desarrollar innovación. A continuación se le pregunta sobre si la firma tiene personal de investigación y si este personal participa en eventos de carácter tecnológico. Luego se pregunta si la firma tiene la posibilidad de acceder a laboratorios para investigar y finalmente se pregunta si la organización realiza acuerdos o contratos de transferencia tecnológica.

La sección 3 – Modelos de transferencia tiene tres preguntas principales y 12 sub-preguntas, para un total de 15 preguntas. La primera pregunta se orienta hacia la estrategia de tecnologías limpias. Las sub-preguntas tienden a indagar sobre la aceptación y adaptación de nuevas tecnologías. Si la firma constructora realiza estudios de mercado. La segunda pregunta indaga sobre si la firma aplica procesos de construcciones sostenibles en la producción de vivienda. Además de preguntar sobre los tipos de tecnologías limpias utilizados y su relación con la normativa existente. La tercera pregunta indaga sobre el impacto de la norma en la ejecución de los proyectos. El tipo de tecnología aplicado al diseño y finalmente si la firma conoce la certificación Casa Colombia.

La sección 4 - Estrategia de mercado está compuesta por dos preguntas principales y siete sub-preguntas, para un total de 89 preguntas. La primera pregunta indaga sobre la utilización de los procesos constructivos tradicionales. Luego se indaga sobre los sistemas de producción

en serie y la incorporación de tecnologías para mejorar los procesos de innovación. Posteriormente se pregunta sobre las barreras que se presentan al transferir tecnología a la firma constructora.

A continuación, se pregunta sobre el tipo de financiación para la compra de tecnología y si la firma tiene experiencia en el proceso de innovación. La segunda pregunta se orienta a identificar las principales dificultades para la implementación de procesos de innovación. Además de preguntar sobre la clase de barreras que se presentan al implementar transferencia tecnológica y finalmente, se pregunta sobre los beneficios de la transferencia de tecnología y si la compra de tecnología genera procesos de innovación.

Sección	Relación	Canal	Atributo	Número	Literal	Pregunta	Código de variable	Autor Marco Teórico
I	PERFIL DE LA ORGANIZACIÓN	Innovación	Firma constructora	P-1	a.	Año de creación de empresa	P-1a.1	(ODEC, 2005; 2018)
						N° de empleado	P-1a.2	(Sexton & Barrett, 2004); (ODEC, 2005; 2018)
						Tipo de sociedad	P-1a.3	(ODEC, 2005; 2018)
			Firma constructora	b.	¿Su empresa realiza procesos de innovación?	P-1b.1	(ODEC, 2005; 2018)	
				c.	¿Qué tipos de procesos ha desarrollado?	P-1b.2	(Yepes et al., 2015); (ODEC, 2005; 2018)	
						¿Tiene su empresa un departamento de I+D+i?	P-1c	(Speiser, 2006)
II	DESARROLLO DE PROYECTO	Estrategia de mercado	Estrategia de mercado	P-2	a.	En los últimos cinco (5) años su empresa ha comprado o desarrollado: Patentes, Productos de carácter tecnológico, Nueva tecnología "de tipo limpio"	P-2.a	(ODEC, 2005; 2018); (Speiser, 2006); (Yepes et al., 2015); (Hilkevics & Hilkevics, 2017)
			Estrategia de mercado		b.	Considera que al desarrollar procesos de innovación, su organización se enfrenta a que "tipo de dificultades"	P-2.b	(Speiser, 2006)
		Transferencia tecnológica	Personal de investigación		c.	¿Su organización tiene personal en investigación?	P-2.c	(Manley & Kajewski, 2008)
					d.	¿Su personal participa en eventos de carácter tecnológico?	P-2.d	(Manley & Kajewski, 2008)
					e.	¿La organización tiene la posibilidad de acceder a laboratorios para investigar?	P-2.e	(Manley & Kajewski, 2008)
			Compra de tecnología		f.	¿La organización realiza acuerdos o contratos de transferencia tecnológica?	P-2.f	(Speiser, 2006)
III	MODELOS DE TRANSFERENCIA	Transferencia Tecnológica	Capacidad Tecnológica	P-3	a.	¿Desarrolla su organización estrategias de producto orientadas en tecnologías limpias?	P-3.a	(Manley & Kajewski, 2008)
			Aceptación tecnológica		b.	Si su empresa adopta una nueva tecnología: ¿Cuánto tiempo utiliza para evaluarla?	P-3.b	(Demirdögen & Işık, 2016)
			Aceptación tecnológica		c.	¿Considera que la adaptación y adaptación de una nueva tecnología en su empresa es:	P-3.c	(Demirdögen & Işık, 2016)
			Adaptación tecnológica		d.	¿Considera que las tecnologías limpias le aportan a:	P-3.d	(Roshartini et al., 2013)
			Estrategia de mercado		e.	En los últimos cinco (5) años ha realizado estudios de mercado en:	P-3.e	(Todd et al., 2005)
III	MODELOS DE TRANSFERENCIA	Construcción Sostenible	Nueva tecnología	P-4	a.	¿La empresa desarrolla proyectos orientados a construcciones sostenibles?	P-4.a	(Todd et al., 2005)
			Aceptación tecnológica		b.	¿La organización conoce y aplica la normatividad sobre construcciones sostenibles?	P-4.b	(Demirdögen & Işık, 2016)
			Adaptación tecnológica		c.	¿Cuál de estas tres tecnologías sostenibles utiliza en su empresa?	P-4.c	(Roshartini et al., 2013)
			Capacidad tecnológica		d.	En los últimos diez (10) años ha participado en eventos que promocionen nuevas tecnologías en el sector de la construcción?	P-4.d	(Hilkevics & Hilkevics, 2017)
III	MODELOS DE TRANSFERENCIA	Construcción Sostenible	Estrategia de mercado	P-5	a.	De uno a diez, siendo diez (10) el mejor puntaje: ¿Cuánto impacta económicamente la norma en la ejecución de sus proyectos?	P-5.a	(Speiser, 2006)
			Tecnología Limpia		b.	¿Cuáles de estas tecnologías aplica en el diseño y construcción de edificaciones en su empresa?	P-5.b	(Ghisellini et al., 2018)
			Tecnología Limpia		c.	En los proyectos de diseño y construcción: ¿Realiza cálculos para la reducción de CO2? ¿Utiliza o aplica la certificación Casa Colombia? ¿Utiliza materiales con ciclo de vida bajo en consumo energético?	P-5.c	(Ghisellini et al., 2018)
			Capacidad tecnológica		d.	¿Participa en eventos de difusión de la certificación Casa Colombia?	P-5.d	(Roshartini et al., 2013)
			Adaptación tecnológica		e.	¿Considera que la certificación Casa Colombia le permite a su empresa?	P-5.e	(Roshartini et al., 2013)
IV	ESTRATEGIA DE MERCADO	Transferencia Tecnológica	Compra de tecnología	P-6	a.	¿Desarrolla su organización producción en serie en los procesos constructivos tradicionales?	P-6.a	(Hilkevics & Hilkevics, 2017)
			Tecnología Limpia		b.	¿Desde los sistemas de producción en serie su organización aplica tecnologías limpias?	P-6.b	(Ghisellini et al., 2018)
		Innovación	Nuevo conocimiento		c.	¿Ha realizado algún tipo de incorporación de tecnologías para mejorar los procesos de innovación?	P-6.c	(Sexton & Barrett, 2004); (Roshartini et al., 2013); (Demirdögen & Işık, 2016); (Hilkevics & Hilkevics, 2017)
		Transferencia Tecnológica	Estrategia de mercado		d.	¿Ha utilizado algún tipo de financiación para la compra de una nueva tecnología?	P-6.d	(Speiser, 2006); (Hilkevics & Hilkevics, 2017)
		Innovación	Proceso de innovación		e.	¿Tiene experiencia en proceso de innovación?	P-6.e	(Sexton & Barrett, 2004); (Hardie & Manley, 2008); (Manley & Kajewski, 2008)
IV	ESTRATEGIA DE MERCADO	Innovación	Proceso de innovación	P-7	a.	¿Cuáles considera que son las principales "dificultades" para implementar procesos de innovación?	P-7.a	(Sexton & Barrett, 2004); (Hardie & Manley, 2008); (Manley & Kajewski, 2008)
			Transferencia Tecnológica		Aceptación tecnológica	b.	En su empresa: ¿Qué clase de barreras se presentan cuando se transfiera una tecnología?	P-7.b
		Transferencia Tecnológica	Nuevo conocimiento		c.	En su empresa: ¿Los procesos de transferencia tecnológica son un beneficio?	P-7.c	(Sexton & Barrett, 2004); (Demirdögen & Işık, 2016); (Van Home & Duijst, 2017)
		Innovación	Compra de tecnología		d.	En su empresa: ¿La compra de tecnología genera nuevos desarrollos en los procesos de innovación?	P-7.d	(Speiser, 2006)

Tabla 40. Estructura del instrumento de recolección de datos para el sector construcción. Elaboración propia.

Sección	Relación	Canal	Atributo	Número	Literal	Pregunta	Código de variable	Código de la sub-variable				
I	PERFIL DE LA ORGANIZACIÓN	Innovación	Firma constructora	P-1	a.	Año de creación de empresa	P-1a.1	INV-FC-P-1a.1				
						Nº de empleado	P-1a.2	INV-FC-P-1a.2				
						Tipo de sociedad	P-1a.3	INV-FC-P-1a.3				
					b.	¿Su empresa realiza procesos de innovación?	P-1b.1	INV-FC-P-1b.1				
						¿Qué tipos de procesos ha desarrollado?	P-1b.2	INV-FC-P-1b.2				
					c.	¿Tiene su empresa un departamento de I+D+i?	P-1c	INV-FC-P-1c.1				
			Firma constructora		Firma constructora	Firma constructora	Firma constructora	Firma constructora	Firma constructora	Firma constructora	Firma constructora	Firma constructora

Tabla 41 Codificación de las variables de estudio del instrumento de encuesta – Sección 1. Elaboración propia.

Sección	Relación	Canal	Atributo	Número	Literal	Pregunta	Código de variable	Código de la sub-variable
II	DESARROLLO DE PROYECTO	Innovación	Estrategia de mercado	P-2	a.	En los últimos cinco (5) años su empresa ha comprado o desarrollado: Patentes, Productos de carácter tecnológicos, Nueva tecnología "de tipo limpio"	P-2.a	INV-EM-P-2.a.1
								INV-EM-P-2.a.2
								INV-EM-P-2.a.3
								INV-EM-P-2.a.4
			Estrategia de mercado		b.	Considera que al desarrollar procesos de Innovación; tu organización se enfrenta a que "tipo de dificultades"	P-2.b	INV-EM-P-2.b.1
		Transferencia tecnológica	Personal de investigación		c.	¿Su organización tiene personal en investigación?	P-2.c	TT-PI-P-2.c.1
								TT-PI-P-2.c.2
								TT-PI-P-2.c.3
								TT-PI-P-2.c.4
			Compra de tecnología		d.	¿Su personal participa en eventos de carácter tecnológico?	P-2.d	TT-PI-P-2.d.1
							TT-PI-P-2.d.2	
							TT-PI-P-2.d.3	
							TT-PI-P-2.d.4	
							TT-PI-P-2.d.5	
				TT-PI-P-2.d.6				
				TT-PI-P-2.d.7				
				TT-PI-P-2.d.8				
				TT-PI-P-2.d.9				
				TT-PI-P-2.d.10				
				TT-PI-P-2.d.11				
		e.	¿La organización tiene la posibilidad de acceder a laboratorios para investigar?	P-2.e	TT-PI-P-2.e.1			
		f.	¿La organización realiza acuerdos o contratos de transferencia tecnológica?	P-2.f	TT-CT-P-2.f.1			
					TT-CT-P-2.f.2			

Tabla 42. Codificación de las variables de estudio del instrumento de encuesta – Sección 2. Elaboración propia.

Sección	Relación	Canal	Atributo	Número	Literal	Pregunta	Código de variable	Código de la sub-variable
III	MODELOS DE TRANSFERENCIA	Transferencia Tecnológica	Capacidad Tecnológica	P-3	a.	¿Desarrolla su organización estrategias de producto orientados en tecnologías limpias?	P-3.a	TT-CT-P-3.a.1
			Aceptación tecnológica		b.	Si su empresa adopta una nueva tecnología: ¿Cuánto tiempo utiliza para evaluarla?	P-3.b	TT-ACT-P-3.b.1
			Aceptación tecnológica		c.	¿Considera que la aceptación y adaptación de una nueva tecnología en su empresa es:	P-3.c	TT-ACT-P-3.c.1
			Adaptación tecnológica		d.	¿Considera que las tecnologías limpias le aportan a:	P-3.d	TT-ADT-P-3.d.1
					TT-ADT-P-3.d.2			
					TT-ADT-P-3.d.3			
					TT-ADT-P-3.d.4			
					TT-ADT-P-3.d.5			
			Estrategia de mercado		e.	En los últimos cinco (5) años ha realizado estudios de mercado en:	P-3.e	TT-EMP-3.e.1
								TT-EMP-3.e.2
TT-EMP-3.e.3								
TT-EMP-3.e.4								
TT-EMP-3.e.5								
TT-EMP-3.e.6								
TT-EMP-3.e.7								

Tabla 43. Codificación de las variables de estudio del instrumento de encuesta – Sección 3A. Elaboración propia.

Sección	Relación	Canal	Atributo	Número	Literal	Pregunta	Código de variable	Código de la sub-variable	
III	MODELOS DE TRANSFERENCIA	Construcción Sostenible	Nueva tecnología	P-4	a.	¿La empresa desarrolla proyectos orientados a construcciones sostenibles?	P-4a	CS-NT-P-4.a.1	
									CS-NT-P-4.a.2
									CS-NT-P-4.a.3
			Aceptación tecnológica		b.	¿La organización conoce y aplica la normatividad sobre construcciones sostenibles?		CS-ACT-P-4.b.1	
								CS-ACT-P-4.b.2	
								CS-ACT-P-4.b.3	
								CS-ACT-P-4.b.4	
								CS-ACT-P-4.b.5	
								CS-ACT-P-4.b.6	
			Adaptación tecnológica		c.	¿Cuál de estas tres tecnologías sostenibles utiliza en su empresa?	P-4c	CS-ADT-P-4.c.1	
								CS-ADT-P-4.c.2	
								CS-ADT-P-4.c.3	
								CS-ADT-P-4.c.4	
Capacidad tecnológica	d.	¿En los últimos dos (2) años ha participado en eventos que promocionen nuevas tecnologías en el sector de la construcción?	P-4d	CS-CAPT-P-4.d.1					

Tabla 44. Codificación de las variables de estudio del instrumento de encuesta – Sección 3B. Elaboración propia.

Sección	Relación	Canal	Atributo	Número	Literal	Pregunta	Código de variable	Código de la sub-variable
III	MODELOS DE TRANSFERENCIA	Construcción Sostenible	Estrategia de mercado	P-5	a.	De uno a diez, siendo diez (10) el mejor puntaje: ¿Cuánto impacta económicamente la norma en la ejecución de sus proyectos?	P-5.a	CS-EM-P-5.a.1
			Tecnología limpia		b.	¿Cuáles de estas tecnologías aplica en el diseño y construcción de edificaciones en su empresa?		CS-TL-P-5.b.1
					CS-TL-P-5.b.2			
					CS-TL-P-5.b.3			
					CS-TL-P-5.b.4			
					CS-TL-P-5.b.5			
					CS-TL-P-5.b.6			
					CS-TL-P-5.b.7			
					CS-TL-P-5.b.8			
					CS-TL-P-5.b.9			
					CS-TL-P-5.b.10			
			Tecnología limpia		c.	En los proyectos de diseño y construcción: ¿Realiza cálculos para la reducción de CO2? / ¿Utiliza o aplica la certificación Casa Colombia? / ¿Utiliza materiales con ciclo de vida bajo en consumo energético?	P-5.c	CS-TL-P-5.c.1
					CS-TL-P-5.c.2			
					CS-TL-P-5.c.3			
			Capacidad tecnológica		d.	¿Participa en eventos de difusión de la certificación Casa Colombia?		CS-CAPT-P-5.d.1
					CS-CAPT-P-5.d.2			
					CS-CAPT-P-5.d.3			
					CS-CAPT-P-5.d.4			
					CS-CAPT-P-5.d.5			
					CS-CAPT-P-5.d.6			
Adaptación tecnológica	e.	¿Considera que la certificación Casa Colombia le permite a su empresa?	P-5.e	CS-ADT-P-5.e.1				
	CS-ADT-P-5.e.2							
	CS-ADT-P-5.e.3							
	CS-ADT-P-5.e.4							
	CS-ADT-P-5.e.5							

Tabla 45. Codificación de las variables de estudio del instrumento de encuesta – Sección 3C. Elaboración propia.

Sección	Relación	Canal	Atributo	Número	Literal	Pregunta	Código de variable	Código de la sub-variable
IV	ESTRATEGIA DE MERCADO	Transferencia Tecnológica	Compra de tecnología	P-6	a.	¿Desarrolla su organización producción en serie en los procesos constructivos tradicionales?	P-6.a	TT-COMT-P-6.a.1
								TT-COMT-P-6.a.2
								TT-COMT-P-6.a.3
								TT-COMT-P-6.a.4
								TT-COMT-P-6.a.5
								TT-COMT-P-6.a.6
								TT-COMT-P-6.a.7
		Tecnología limpia	b.		¿Desde los sistemas de producción en serie su organización aplica tecnologías limpias?	P-6.b	TT-TL-P-6.b.1	
							TT-TL-P-6.b.2	
							TT-TL-P-6.b.3	
							TT-TL-P-6.b.4	
							TT-TL-P-6.b.5	
							TT-TL-P-6.b.6	
							TT-TL-P-6.b.7	
		Innovación	Nuevo conocimiento		c.	¿Ha realizado algún tipo de incorporación de tecnologías para mejorar los procesos de innovación?	P-6.c	INV-NC-P-6.c.1
INV-NC-P-6.c.2								
INV-NC-P-6.c.3								
INV-NC-P-6.c.4								
INV-NC-P-6.c.5								
INV-NC-P-6.c.6								
INV-NC-P-6.c.7								
INV-NC-P-6.c.8								
INV-NC-P-6.c.9								
Transferencia Tecnológica	Estrategia de mercado	d.	¿Ha utilizado algún tipo de financiación para la compra de una nueva tecnología?	P-6.d	TT-EM-P-6.d.1			
Innovación	Proceso de innovación	e.	¿Tiene experiencia en proceso de innovación?	P-6.e	INV-PI-P-6.e.1			
					INV-PI-P-6.e.2			
					INV-PI-P-6.e.3			
					INV-PI-P-6.e.4			
					INV-PI-P-6.e.5			
					INV-PI-P-6.e.6			
					INV-PI-P-6.e.7			

Tabla 46. Codificación de las variables de estudio del instrumento de encuesta – Sección 4A. Elaboración propia.

Sección	Relación	Canal	Atributo	Número	Literal	Pregunta	Código de variable	Código de la sub-variable
IV	ESTRATEGIA DE MERCADO	Innovación	Proceso de innovación	P-7	a.	¿Cuales considera que son las principales "dificultades" para implementar procesos de innovación?	P-7.a	INV-PI-P-7.a.1
								INV-PI-P-7.a.2
								INV-PI-P-7.a.3
								INV-PI-P-7.a.4
								INV-PI-P-7.a.5
								INV-PI-P-7.a.6
								INV-PI-P-7.a.7
								INV-PI-P-7.a.8
								INV-PI-P-7.a.9
		Transferencia Tecnológica	Aceptación tecnológica		b.	En su empresa: ¿Qué clase de barreras se presentan cuando se transfiere una tecnología?	P-7.b	TT-ACT-P-7.b.1
								TT-ACT-P-7.b.2
								TT-ACT-P-7.b.3
								TT-ACT-P-7.b.4
								TT-ACT-P-7.b.5
								TT-ACT-P-7.b.6
								TT-ACT-P-7.b.7
TT-ACT-P-7.b.8								
TT-ACT-P-7.b.9								
Innovación	Compra de tecnología	c.	En su empresa: ¿Los procesos de transferencia tecnológica son un beneficio?	P-7.c	TT-NC-P-7.c.1			
Innovación	Compra de tecnología	d.	En su empresa: ¿La compra de tecnología genera nuevos desarrollos en los procesos de innovación?	P-7.d	INV-COMT-P-7.d.1			

Tabla 47. Codificación de las variables de estudio del instrumento de encuesta – Sección 4B. Elaboración propia.

3.2 Síntesis de los resultados del marco empírico de la investigación

La encuesta final fue estructurada sobre 131 ítems y presentada a 523 empresas para que contestaran la encuesta. El 8% de esta muestra contestó la encuesta equivalente a 46 empresas del sector construcción orientadas a la producción de vivienda social. El resultado de validación por Alfa de Cronbach basado en elementos estandarizados fue de 0.888. teniendo como referencia un alfa mínima > 0.70 .

El análisis de fiabilidad se realizó por medio del programa SPSS. Para elaborar el análisis de fiabilidad se calcularon descriptivos estadísticos y resúmenes. La Tabla 48 y la Tabla 49 muestran el resumen del cálculo correspondiente.

Resumen de procesamiento de casos

		N	%
Casos	Válido	10	100,0
	Excluido ^a	0	0,0
	Total	10	100,0

a. La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.

Tabla 48. Resumen procesamiento de casos encuesta final. Elaboración propia a partir del análisis de datos en el software IBM SPSS Statistics V23.0

Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
0,853	0,888	131

Tabla 49. Resultado prueba de fiabilidad encuesta final. Elaboración propia a partir del análisis de datos en el software IBM SPSS Statistics V23.

2.2.4.4 Sección 1 – Perfil de la organización

Acerca del perfil de la organización, la encuesta identificó que, el 34,8% corresponde a pequeñas firmas constructoras con menos de 10 empleados. Además, un 17,4% de los encuestados son empresas con 20 empleados. Solo el 2,2% de los encuestados tiene hasta 49 empleados. Finalmente, El 34,8% de las firmas constructoras tienen menos de 200 empleados y el 10,9% tienen más de 200 empleados (ver figura 20).

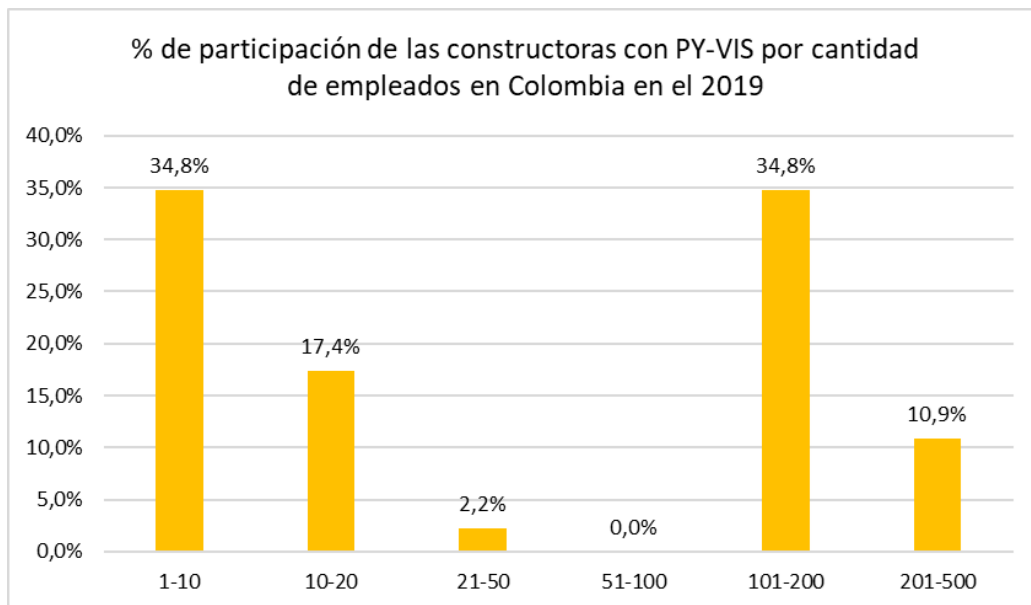


Figura 20. Cantidad de empleados firmas constructoras (Valencia Ricón, 2019).

El mayor número de las empresas encuestadas, se hallan en la modalidad de Sociedad Anónima Simplificada con un 50%. Seguido por firmas que tiene la figura de la Sociedad Colectiva con un 23,9%. Por otro lado, las sociedades limitadas, anónima y unipersonal representan un 8,7% cada una. También, se identificó que las sociedades en comandita y por acciones no tuvieron ninguna participación (ver figura 21).

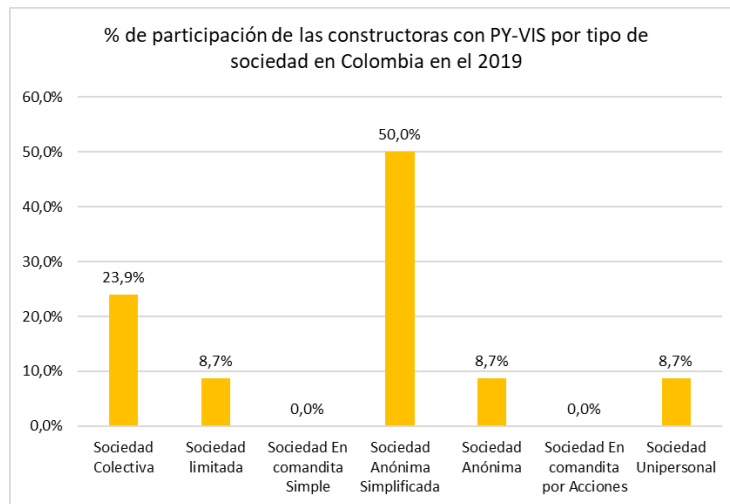


Figura 21. Tipo de sociedad de las firmas constructoras (Valencia Ricón, 2019).

Respecto al proceso de innovación el 34,8% de los encuestados no realiza procesos de innovación en sus empresas. Mientras que el 65,2% si realizan innovación en sus procesos. Además, se identificó que para las firmas constructoras que realizan proyectos de vivienda de interés social, el desarrollo de productos y procesos de negocios es el ítem más importante con un 78,8%. En segundo lugar de importancia, están los sistemas de información y comunicación con un 12,1% (ver figura 22).

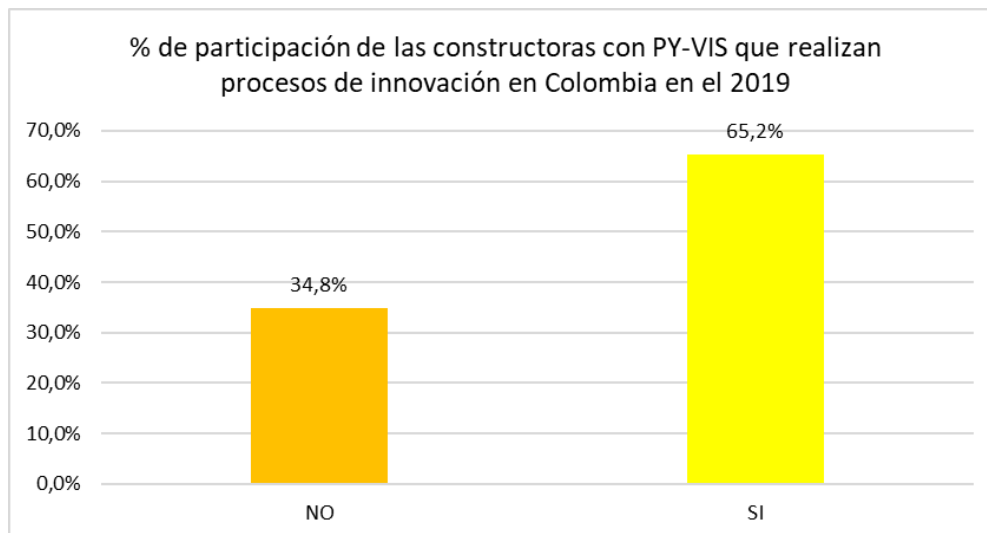


Figura 22. Procesos de innovación en las firmas constructoras (Valencia Ricón, 2019).

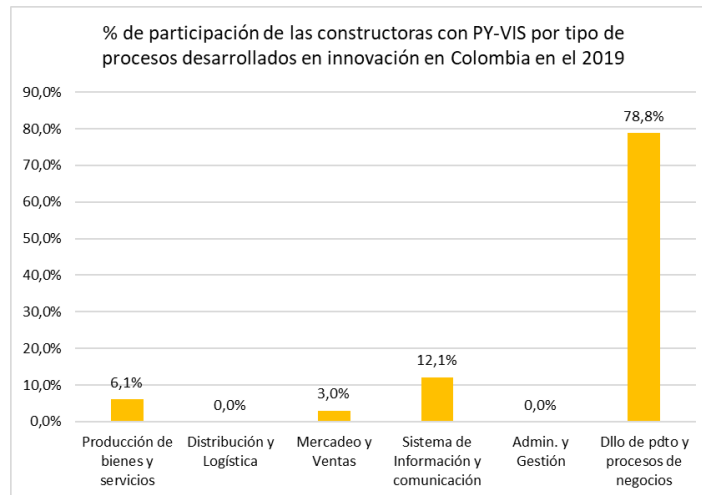


Figura 23. Tipo de Procesos de desarrollos en innovación en las firmas constructoras (Valencia Ricón, 2019) .

En tercer lugar se encuentra la producción de bienes y servicios con un 6.1%. le siguen, los procesos de mercadeo y ventas con un 3.0% (ver figura 23). Por otro lado, la Distribución y Logística junto con la Administración y Gestión no tuvieron ninguna calificación. Por último, la mayoría de encuestados tiene un departamento de I+D+i con un 80,4% y el 19,6% no tienen un departamento de I+D+i (ver figura 24).

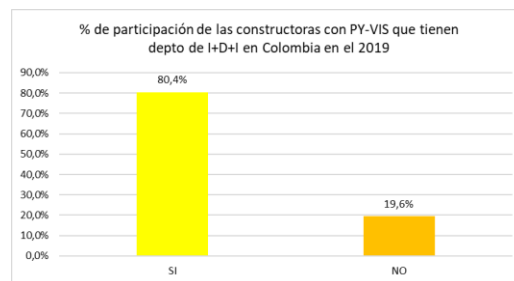


Figura 24. Departamentos I+D+i en las firmas constructoras (Valencia Ricón, 2019).

2.2.4.5 Sección 2 - Desarrollo de proyectos

Respecto al desarrollo de proyectos, se aprecia que el ítem más sobresaliente es la falta de desarrollo o compra de patentes en los últimos cinco años con un 54,3%. Mientras que el 45,6 % si lo hace. De este porcentaje el 15,2% de las firmas encuestadas, orienta la compra de patentes a producto, mientras que el 30,4% lo hace a procesos (ver figura 25). Asimismo,

se puede observar que el 58,7% de las firmas encuestadas, en los últimos cinco años no han desarrollado o comprado productos de carácter tecnológico. Solo el 41,3% de las firmas encuestadas si lo hacen (ver figura 26). Con respecto a la compra de tecnologías limpias solo el 23,9 % lo hacen frente a un 76,1 % que no lo hace (ver figura 27).

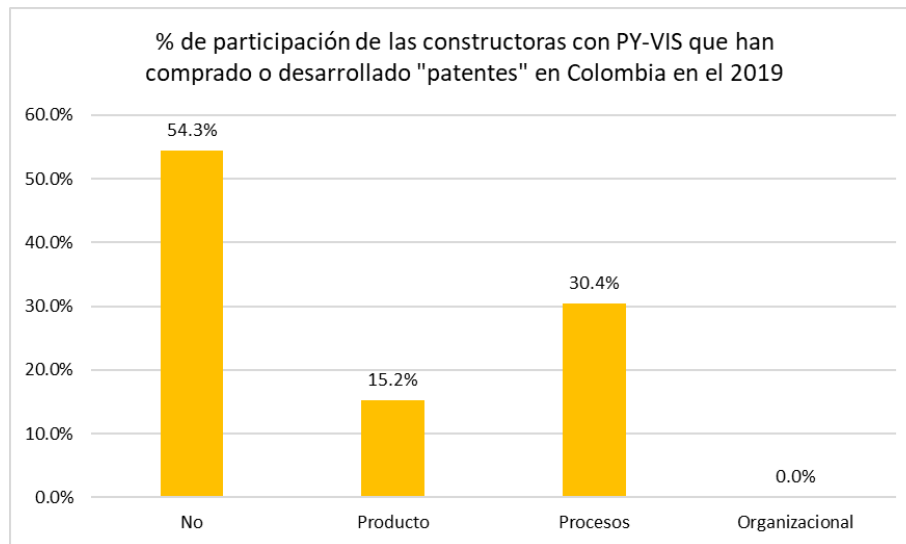


Figura 25. Compra o desarrollo de patentes en las firmas constructoras (Valencia Ricón, 2019).

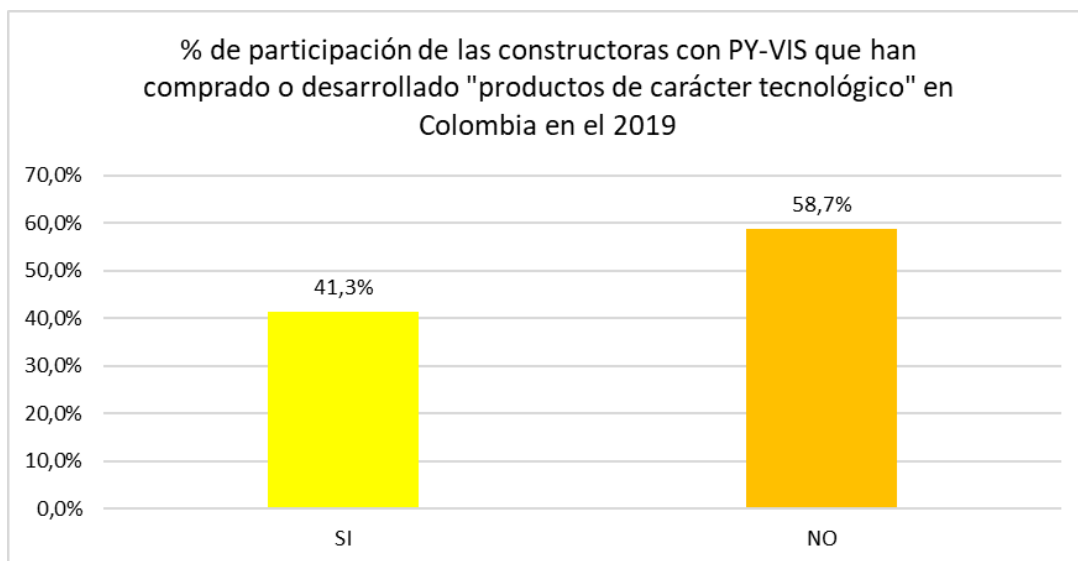


Figura 26. Compra o desarrollo de productos en las firmas constructoras (Valencia Ricón, 2019).

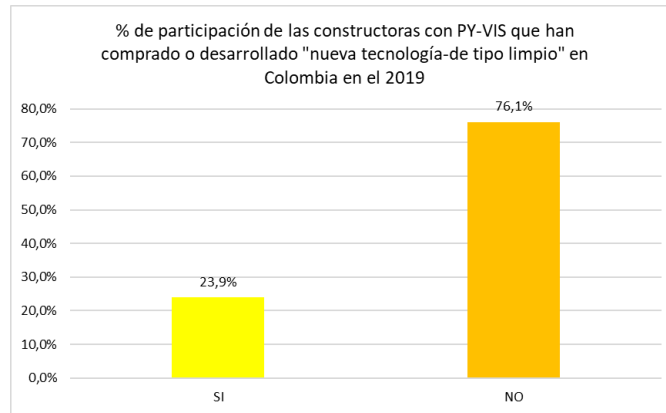


Figura 27. Compra o desarrollo de nueva tecnología en las firmas constructoras (Valencia Ricón, 2019).

Frente a las dificultades que afrontan las firmas constructoras para desarrollar procesos de innovación, se identifica que con un 41,3% son las dificultades financieras las que ocupan el primer lugar. En segundo lugar, con un 17,4% está la falta de apoyo del gobierno e instituciones encargadas. Seguido de un 13,0% de la carencia de capacidades internas de la organización.

Luego le siguen, con un 10,9% la dificultad de tener personal calificado. Asimismo, se identifica que con un 8,7% está la dificultad de la capacitación y asesoría profesional. Por último, con un 4,3% compartido por la dificultad de sistemas de información y comunicación y capacidades técnicas. Finalmente, no se identifican dificultades jurídicas según los encuestados (ver figura 28).

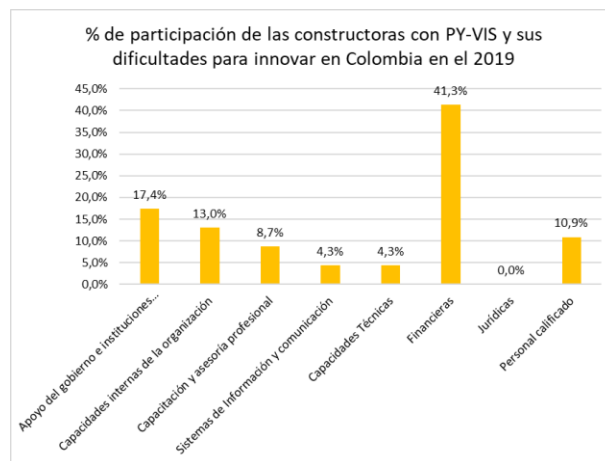


Figura 28. Dificultades para innovar en las firmas constructoras (Valencia Ricón, 2019).

Por otro lado, la mayoría de las empresas constructoras con proyectos de vivienda de interés social si tienen personal para investigar con un 76,1%. Pero, el 95,7% no se encuentra categorizado en Colciencias (ver figura 29). El 19,6% no tiene personal de investigación, según los encuestados el 4,3% no sabe o no respondió a esta pregunta (ver figura 30). El 100% de las empresas que tienen investigadoras no tienen laboratorios propios. Aspecto importante para poder innovar (ver figura 31).

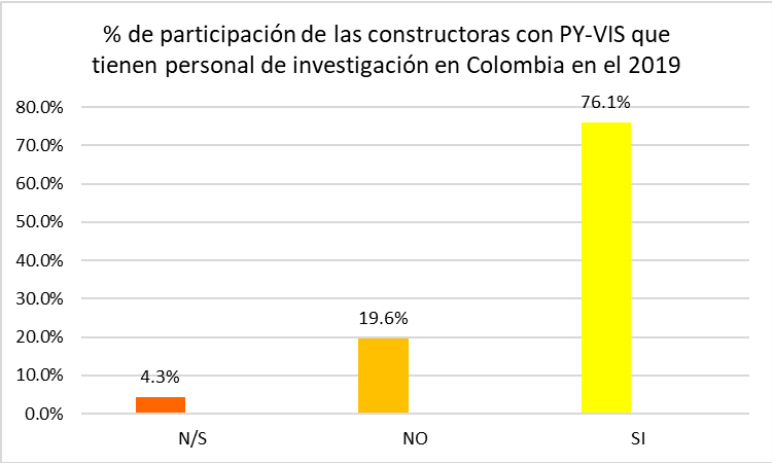


Figura 29. Personal de investigación en las firmas constructoras (Valencia Ricón, 2019).

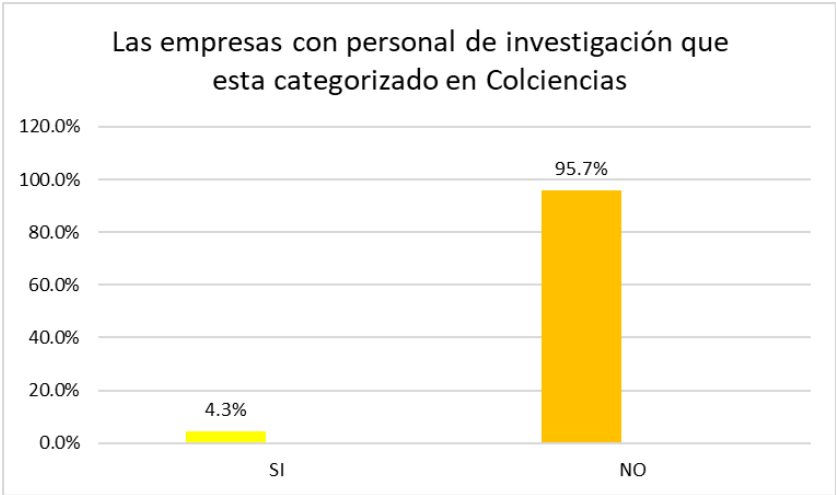


Figura 30. Personal de investigación que esta categorizado en Colciencias en las firmas constructoras (Valencia Ricón, 2019).

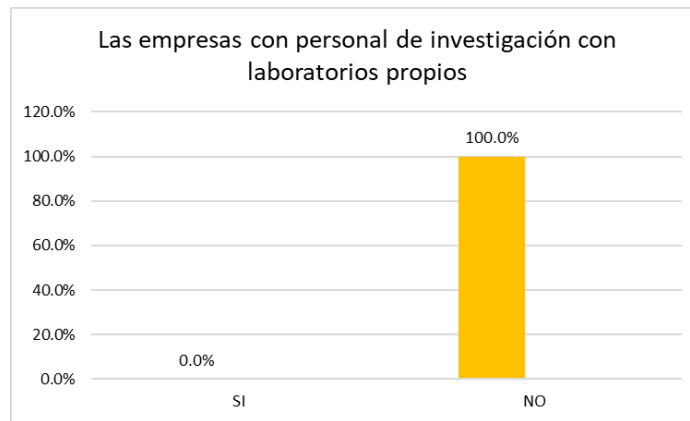


Figura 31. Personal de investigación con laboratorios propios en las firmas constructoras (Valencia Ricón, 2019).

2.2.4.6 Sección 3 – Modelos de transferencia

A la participación de las firmas constructoras en eventos tecnológicos, los tres ítems más representativos son: 1) El ítem “algunas veces”, donde el primer lugar está el congreso con 12,3%, las charlas y las conferencia con el 11,0%. 2) El ítem “algunas veces” con mayor calificación es la feria con 8,6% . 3) Finalmente, el ítem “siempre” con mayor calificación es la conferencia 8,0%, seguido del congreso con el 7,4% y en tercer lugar es convención con el 6,7% (ver figura 32).

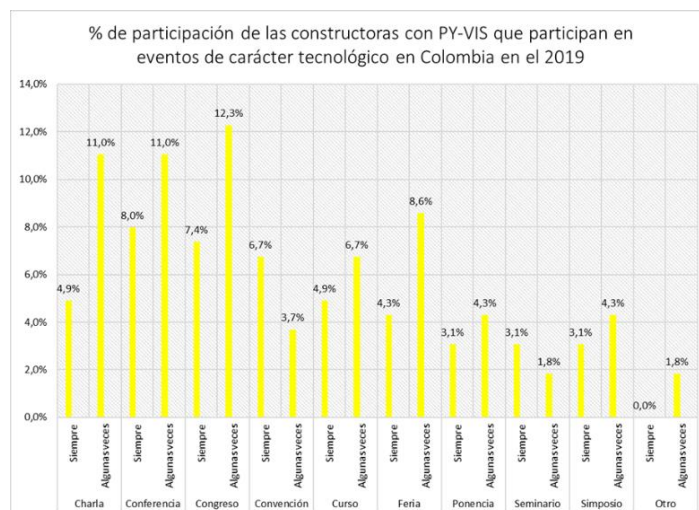


Figura 32. Participación en eventos de carácter tecnológico en las firmas constructoras (Valencia Ricón, 2019).

En este sentido, los eventos donde menos participan las empresas con proyectos VIS son los simposios y ponencias. Para estas compañías las ferias, convenciones y cursos tienen mayor grado de importancia. Finalmente, en donde más participan las constructoras son las charlas, conferencias y congresos. Por último, el 76,2% de las firmas constructoras con proyectos VIS participó en eventos de carácter tecnológico en el año 2019 en Colombia. Mientras el 19% no lo hizo y solo el 4.8% no sabe o no responde (ver figura 33).

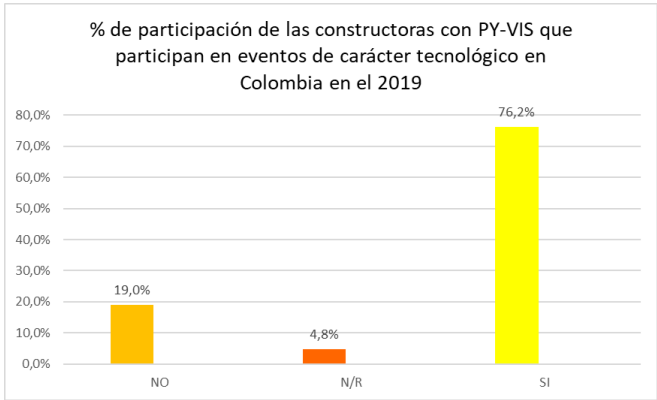


Figura 33. Participación en eventos de carácter tecnológico en las firmas constructoras (Valencia Ricón, 2019).

A la respuesta a la pregunta sobre los acuerdos o contratos de transferencia tecnológica, que realizan las constructoras con proyectos VIS, el 47,8% respondió que no los realizaba; mientras que el 30,4% no sabe o no responde; y solo el 21,7% de los encuestados afirmó que si lo hace (ver figura 34).

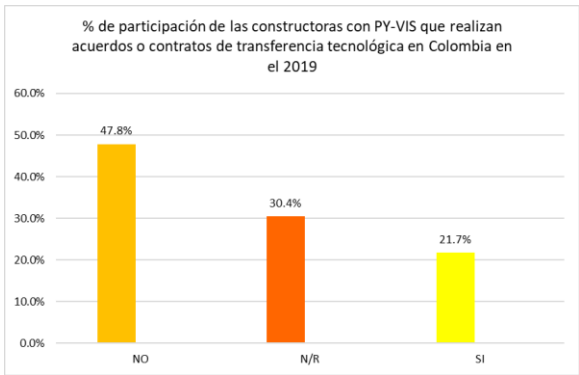


Figura 34. Acuerdos o contratos de transferencia tecnológica en las firmas constructoras (Valencia Ricón, 2019).

El 63,0% de las empresas “si” realizan estrategias de producto orientadas en tecnologías limpias; mientras que el 37,0% no lo hacen (ver figura 35). Al respecto, se identificó que el tiempo estimado por las constructoras de Py-VIS para evaluar una nueva tecnología fue: En primer lugar, con el 39,1% “desconocen el tiempo”. En segundo lugar, con un 17,4% desarrolla su evaluación entre 5 a 6 meses. En tercer lugar, con el 8,7% que desarrollan su evaluación entre 3 y 4 meses. Para terminar, con el 10,9% que desarrollan su evaluación en un año. Luego, con el 8,7% que desarrollan su evaluación en una semana (ver figura 36).

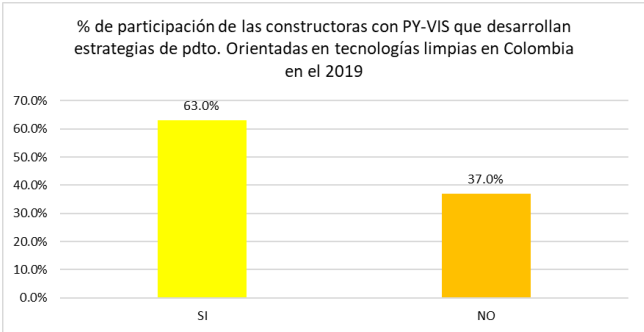


Figura 35. Estrategias de producto orientadas a tecnologías limpias en las firmas constructoras (Valencia Ricón, 2019).

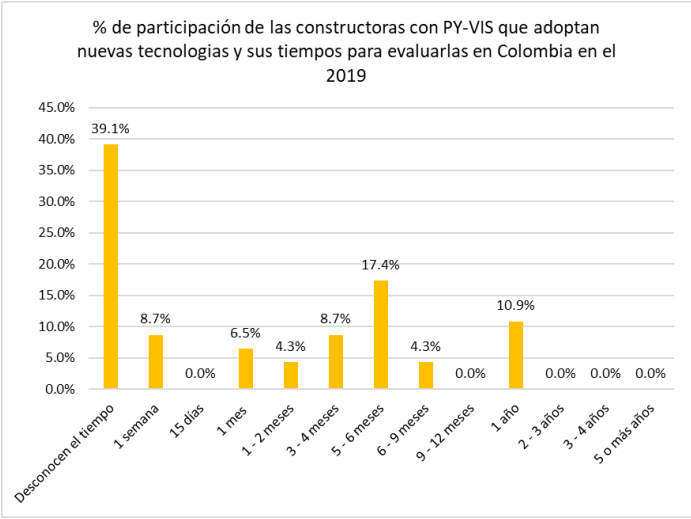


Figura 36. Adopción de nuevas tecnologías y su tiempo de evaluación en las firmas constructora. (Valencia Ricón, 2019).

Sobre la Percepción acerca de la aceptación y adaptación de una “nueva tecnología” en las firmas constructoras con proyectos VIS, se identificó que con un 37% la percepción es neutra. Seguido de un 28,3% que considera que la aceptación y adaptación de una nueva tecnología es fácil. Mientras que con un 26,1% las firmas constructoras consideran que es difícil. Ninguno de los encuestados tuvo la consideración de muy difícil, mientras un 8,7% tuvo la consideración de muy fácil (ver figura 37).

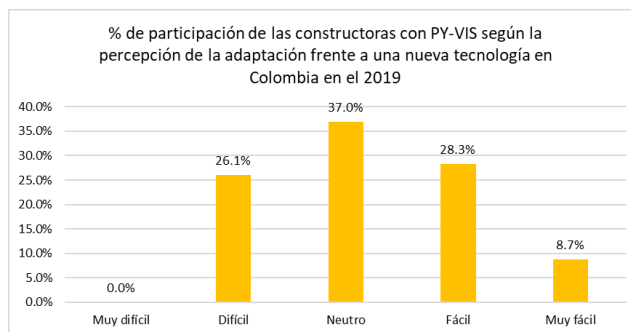


Figura 37. Percepción de adaptación frente a las nuevas tecnologías en las firmas constructoras (Valencia Ricón, 2019).

Por lo tanto, se puede dar a entender que la percepción es tendente a considerar más fácil que difícil la adaptación de nuevas tecnologías por parte de las empresas constructoras que realizan proyectos de vivienda de interés social. Las consideraciones que tienen los encuestados frente a las tecnologías limpias y sus aportes fueron: en primer lugar, con un 27,4% fue la competitividad de la organización. En segundo lugar, con un 22.6% fue mejorar los proyectos a ofrecer (ver figura 38).



Figura 38. Aporte de las tecnologías limpias a las firmas constructoras (Valencia Ricón, 2019).

Asimismo, el 26,2% de las firmas constructoras no ha realizado estudios de mercado en los últimos cinco (5) años. Mientras que el 83,3% de dichas empresas si lo ha hecho. Con un 44,3% el análisis de mercado es el más representativo. Seguido del análisis del cliente con un 25,3%. En tercer lugar con un 19,0% el análisis de la competencia y en último lugar, con un 11,4% las tecnologías limpias (ver figura 39).

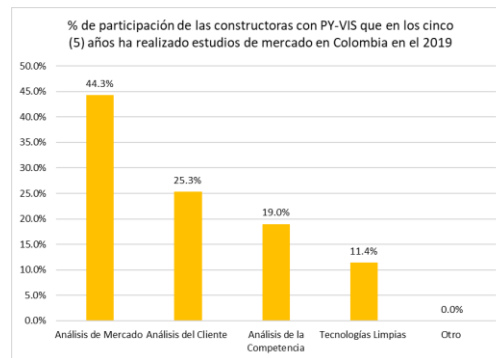


Figura 39. Estudios de mercado en los últimos 5 años en las firmas constructoras (Valencia Ricón, 2019).

Respecto a las construcciones sostenibles, el 73,9% de las firmas constructoras han desarrollado proyectos orientados a este tipo de construcción. mientras que el 26,1% de las empresas de este sector “no” realizan este tipo de proyectos (ver figura 40).

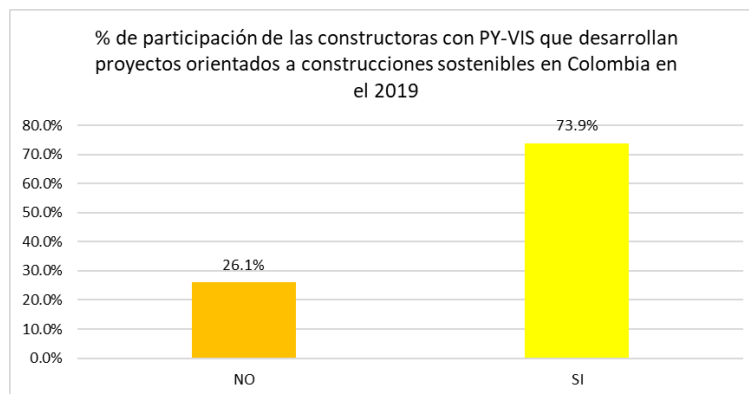


Figura 40. Desarrollo de proyectos orientados a construcciones sostenibles en las firmas constructoras. (Valencia Ricón, 2019).

Sobre el particular, el 22,3% de los encuestados utilizan la resolución 0549 de 2015 referente a construcciones sostenibles, mientras que el 2,1% algunas veces y el 3,2% no la usan o la desconocen. El segundo documento de referencia sobre construcciones sostenibles es el CONPES 3919. Donde el 13,8% la emplean como referente para la producción de construcciones sostenibles. Mientras que el 2,1% lo utiliza como referente algunas veces y el 5,3% no la usan o no la tiene en cuenta. En tercer lugar, los encuestados dejan esta labor a consultores externos. Donde el 12,8% de ellos usan normatividad sobre construcciones sostenibles. El 2,1% algunas veces y el 5,3% no las utilizan.

Sobre el decreto 1285 de 2015 es usado por el 9,6% de los encuestados. Mientras que el 2,1% algunas veces y el 5,3% no utilizan esta norma. Por último, la norma menos utilizada es la resolución 030/463 de 2018 la cual es utilizada por el 6,4% de los encuestados, algunas veces por el 2,1% y no la usan o la desconocen el 5,3% (ver figura 41). Esto evidencia que el 67,4% de las firmas constructoras con proyectos VIS conocen y aplican normatividad sobre construcciones sostenibles, mientras que el 32,6% no lo hacen (ver figura 42).

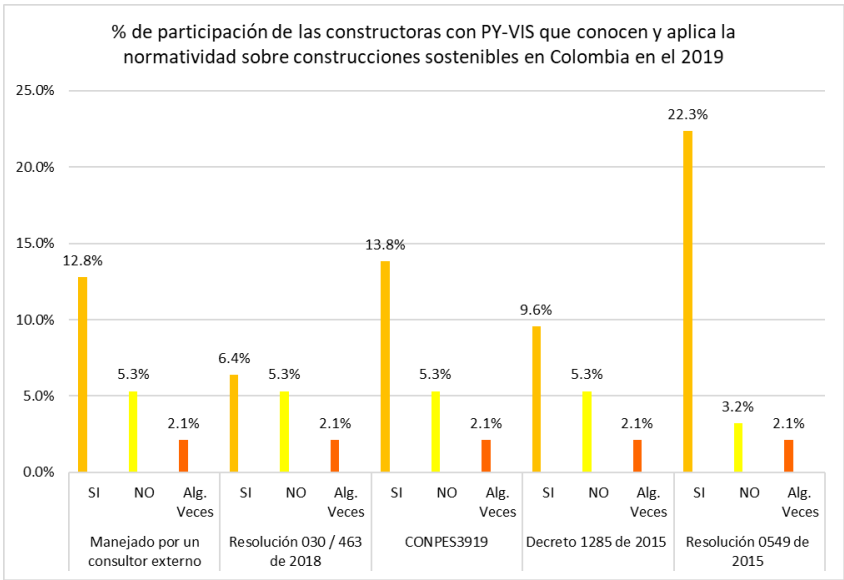


Figura 41. Aplicación de la normatividad de construcciones sostenibles en las firmas constructoras. (Valencia Ricón, 2019).

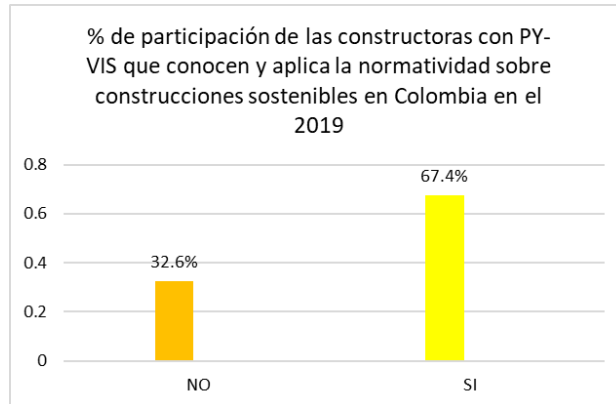


Figura 42. Aplicación de la normativa existente en las firmas constructoras. (Valencia Ricón, 2019).

Respecto a las tecnologías sostenibles que se aplican en Colombia, con un 58,7% la tecnología apropiada es la más utilizada. mientras que un 41,3% no la usan. En segundo lugar, está la tecnología limpia con un 45,7% de los encuestados que manifiesta que la utilizan, y un 54,3% de las firmas que no la utilizan. El tercer lugar, está la tecnología de final de tubo, la cual es usada solamente por el 10,9% de los encuestados. De los cuales el 89,1% no la utilizan. Por último, se puede determinar que el 30,4% si usan cualquiera de estas tres tecnologías, el otro 69,6% no la utilizan en su empresa (ver figura 43 y figura 44).

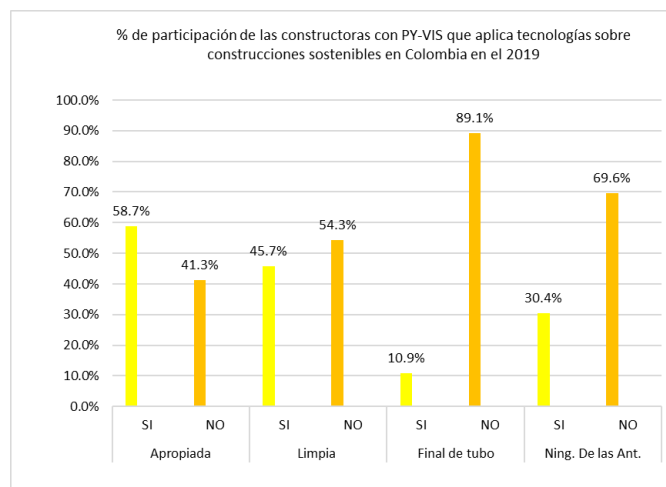


Figura 43. Aplicación de tecnologías sostenibles en las firmas constructoras (Valencia Ricón, 2019).

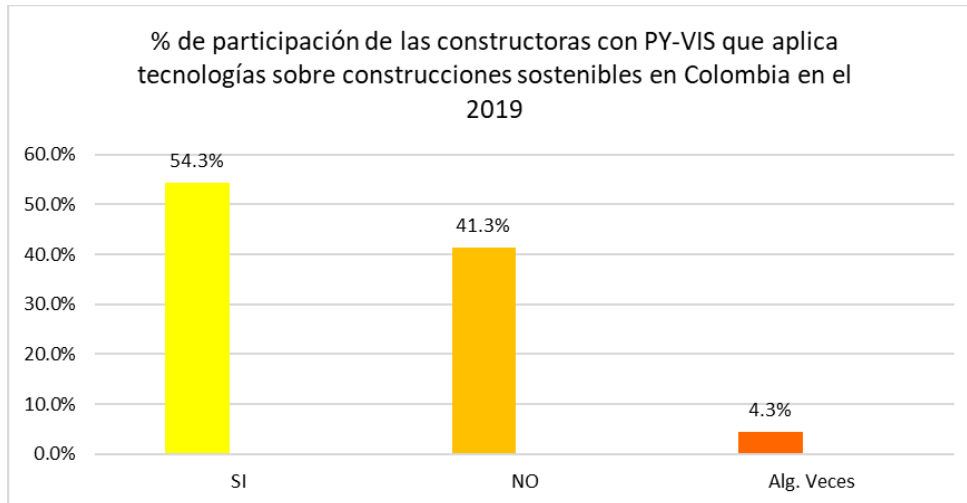


Figura 44. Aplicación de tecnologías sostenibles en las firmas constructoras (Valencia Ricón, 2019).

A la respuesta a la pregunta de ¿Cuánto impacta económicamente la norma en la ejecución de sus proyectos? se observa que la opción con la calificación más alta siendo el 35,3% de los encuestados el cual corresponde a la opción siete (7); le sigue la opción seis (6) con un 26,5%, en tercer lugar, está la opción ocho (8) con un 14,7%, cuarto lugar están las opciones cinco (5) y nueve (9) ambas con 11,8% y por ultimo esta la opción diez (10) que como caso curioso ninguno de los encuestados la selecciono pese que todos se encontraron entre la opción 5 y 9 respectivamente.

Es de anotar que para esta pregunta solo la respondieron 34 de 46 encuestados en términos porcentuales el 74% aproximadamente de las empresas encuestadas. Esto permite evidenciar que el rango con las 10 opciones que disponían los encuestados ninguno de ellos hizo uso de los niveles más bajos como 1,2,3 y 4 lo que indica de alguna manera que siempre ocurre un impacto positivo al ejecutar la norma en la realización de proyectos. Pero, tampoco ninguno respondió la opción 10, que corresponde al nivel más alto, aspecto que indica que para ninguno de ellos la norma le produce un impacto de este nivel (ver figura 45).

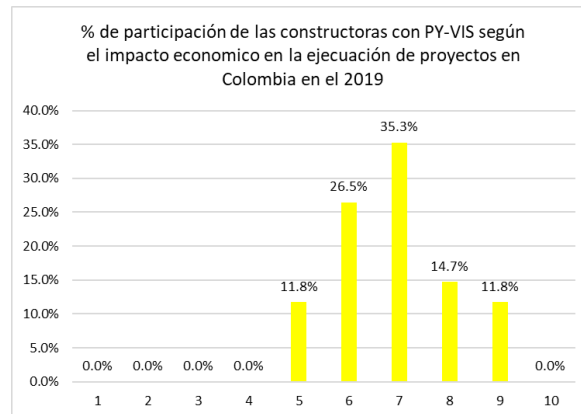


Figura 45. Impacto económico en la ejecución de proyectos ten las firmas constructoras (Valencia Ricón, 2019).

Adicionalmente, a la respuesta a la pregunta ¿Cuáles de estas tecnologías aplica en el diseño y construcción de edificaciones en su empresa? En primer lugar, reutilización de agua lluvia obtuvo un puntaje de 17.8%. En segundo lugar, los techos verdes obtuvieron un puntaje de 16.2%. en tercer lugar, los jardines verticales obtuvieron un puntaje de 15.7% (ver figura 46).

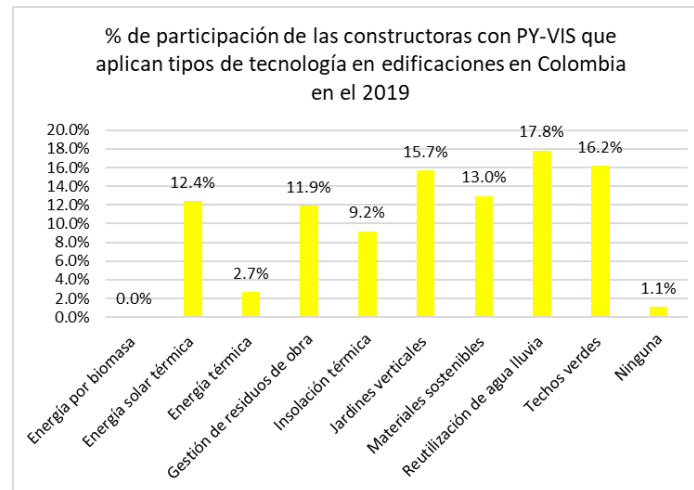


Figura 46. Aplicación de tipos de tecnologías en las firmas constructoras (Valencia Rincón, 2019).

Por otro lado, el ítem más sobresaliente son los materiales con ciclo de vida en consumo energético con un 78,3% de los encuestados; el 56,5% de ellos realiza cálculos para la reducción de CO₂ y el 19,6% aplica la certificación Casa Colombia. Es decir que, con un 80,4% la mayoría de encuestados no utiliza la certificación Casa Colombia. Además, el

43,5% no realiza cálculos para la reducción de CO₂, y el 21,7% no usan materiales con ciclo de vida. Por tanto, se entiende que en Colombia todavía existe una gran brecha para cumplir con estos estándares para la producción de vivienda de interés social (ver figura 47).

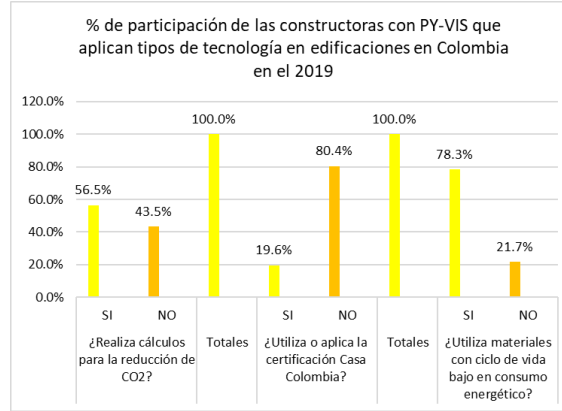


Figura 47. Aplicación de tipos de tecnología en las firmas constructoras. (Valencia Rincón, 2019).

Finalmente se identificó que el 71,1% de los encuestados no participa de la difusión de la certificación Casa; mientras que el 28,3% si lo hace (ver figura 48). Para las firmas constructoras la certificación energética más conocida después de la certificación Casa Colombia, es la certificación LEED con un 47,5%. Seguido de la certificación EDGE con un 31,3%. En tercer lugar, está la certificación BREEAM con un 12,5% y por último el menos conocida es la certificación Passivhaus con un 8,8% (ver figura 49).

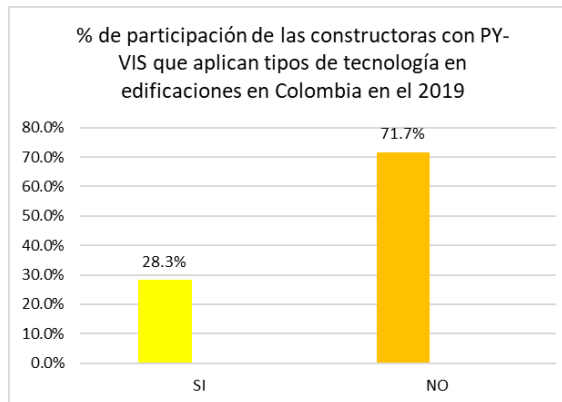


Figura 48. Participación de las firmas constructoras VIS que aplican diferentes tipos de tecnologías (Valencia Rincón, 2019).

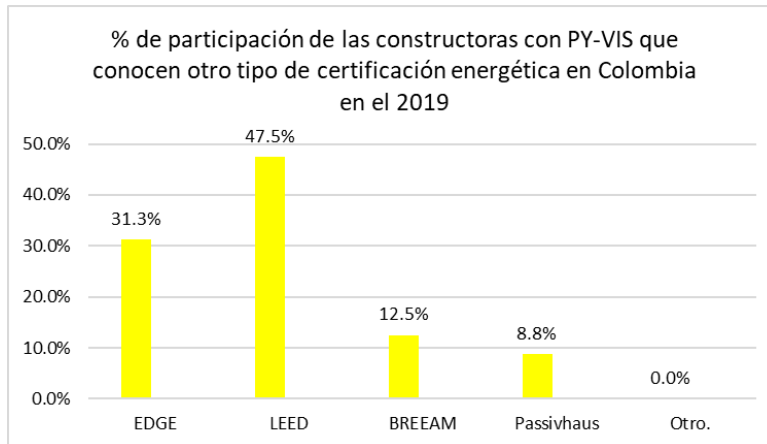


Figura 49. Firmas VIS que conocen otro tipo de certificaciones energéticas (Valencia Rincón, 2019).

Se puede observar que, según los encuestados la certificación Casa Colombia permite cumplir la norma con el 34,0%. Seguido de mejorar los procesos de construcción de la edificación con un 26,8%. En tercer lugar, esta reducir los impactos ambientales con un 17,5%; en cuarto lugar, esta innovar en el mercado con un 14,4% y por último esta reducir costos de operación de obra con un 7,2% (ver figura 50).

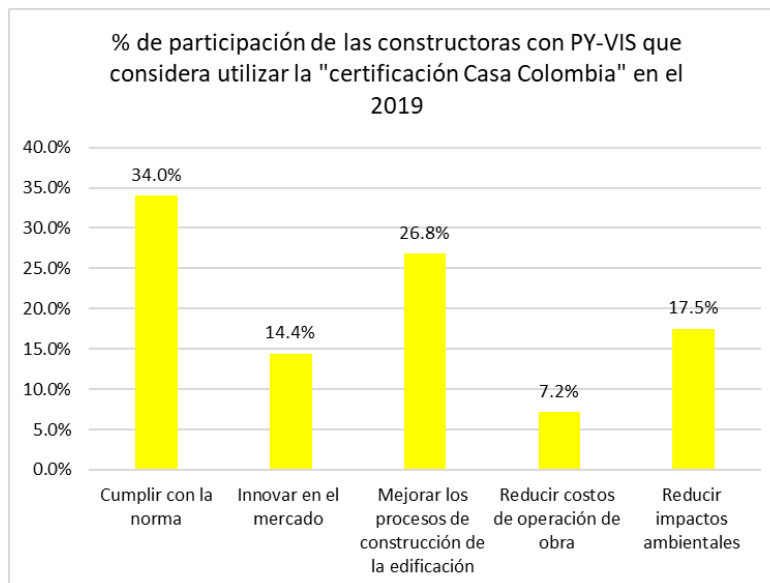


Figura 50. Participación de firmas constructoras VIS que consideran la certificación "CASA Colombia" (Valencia Rincón, 2019).

2.2.4.7 Sección 4 - Estrategia de mercado

Respecto a los procesos constructivos tradicionales, el 39,1% de los encuestados no desarrolla producción en serie. En cambio el 37,0% si lo realiza; mientras el otro 23,9% si lo hace a través de un consultor externo. Respecto a los que utilizan este apoyo, el 60,1% de los encuestados desarrollan producción en serie en los procesos constructivos tradicionales, mientras que el 39,1% no lo hace (ver figura 51).

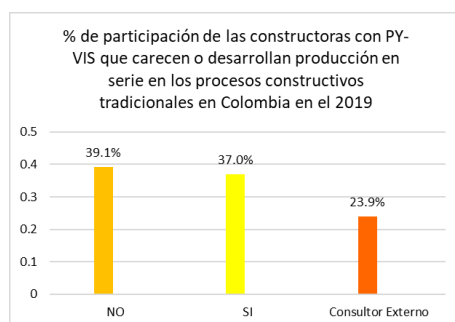


Figura 51. Participación de firmas constructoras VIS que carecen o desarrollan producción en serie en procesos constructivos tradicionales (Valencia Rincón, 2019).

Según los encuestados el Sistema OUTINORD es el menos utilizado con un 95,7%, le sigue el Sistema CONTECH con un 84,8% En tercer lugar, está el sistema de pórticos con un 63,0%. Por otro lado, se observa la carencia en los paneles prefabricados con un 56,5%. por último, frente a la mampostería confinada no es utilizada por el 60,9% de ellos. Mientras que la mampostería estructural el 41,3% no la usan. Siendo este último proceso el más usado por el 58,7% de ellos (ver figura 52).

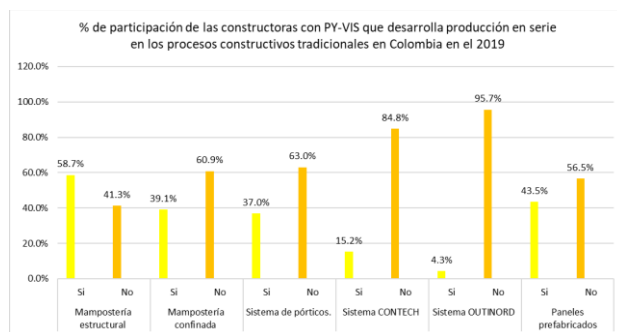


Figura 52. Participación en eventos de carácter tecnológico en las firmas constructoras. (Valencia Rincón, 2019).

Respecto a la aplicación de tecnologías limpias en proyectos de vivienda de interés social, se evidencia que el “sistema de ahorro energético con un 76,1% es el más utilizado. El 10,9% ha usado algunas veces este proceso y solo el 13,0% no lo ha usado recientemente. El segundo proceso más utilizado es la aplicación de estrategias de diseño sostenible, en donde el 71,7% de los encuestados utiliza este proceso. El 10,9% algunas veces y el 17,4% no lo usa (ver figura 53).

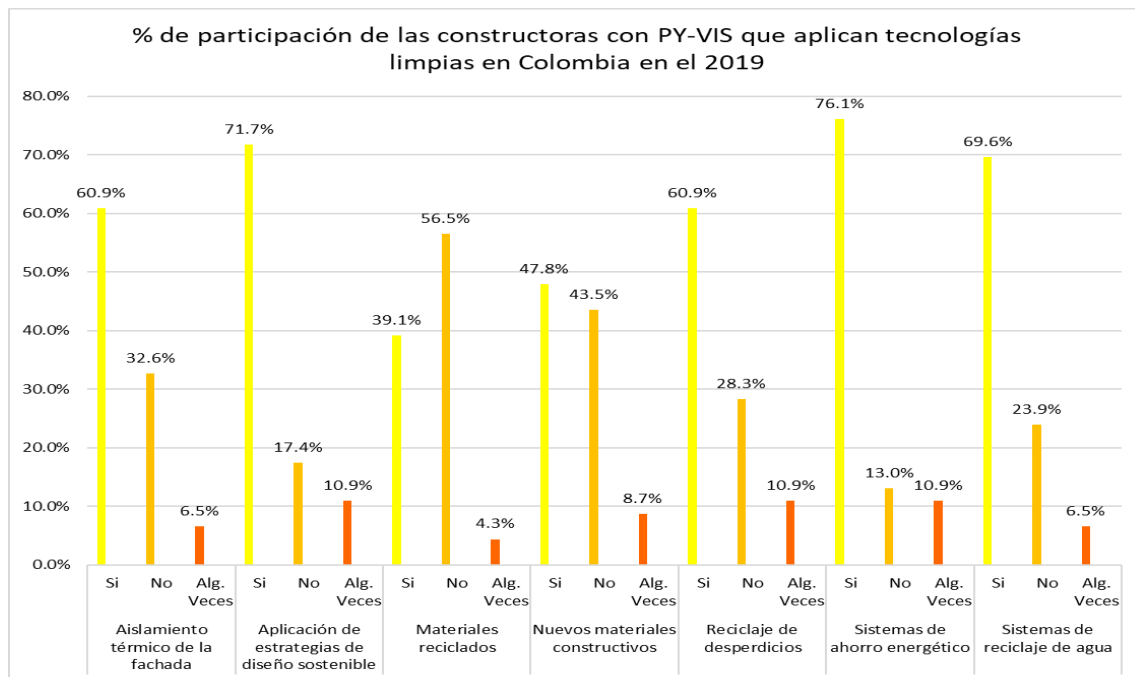


Figura 53. Participación en eventos de carácter tecnológico en las firmas constructoras. (Valencia Rincón, 2019).

Asimismo, El reciclaje de desperdicios es usado por el 60,9% de los encuestados. El 10,9% algunas veces y el 28,3% no lo usan. En cuarto lugar, está el aislamiento térmico de la fachada, en donde, el 60,9% lo emplean. El 6.5% algunas veces y el 32,6% no lo utilizan. Le siguen la utilización de nuevos materiales constructivos con un 47,8%. Los cuales son usados algunas veces por un 8,7% y no lo utilizan el 43,5% de los encuestados. De todos estos procesos el menos empleado son los materiales reciclados con un 39,1%. En donde, el 4.3% algunas veces lo usan y el 56,5% definitivamente no lo utiliza (ver figura 54).

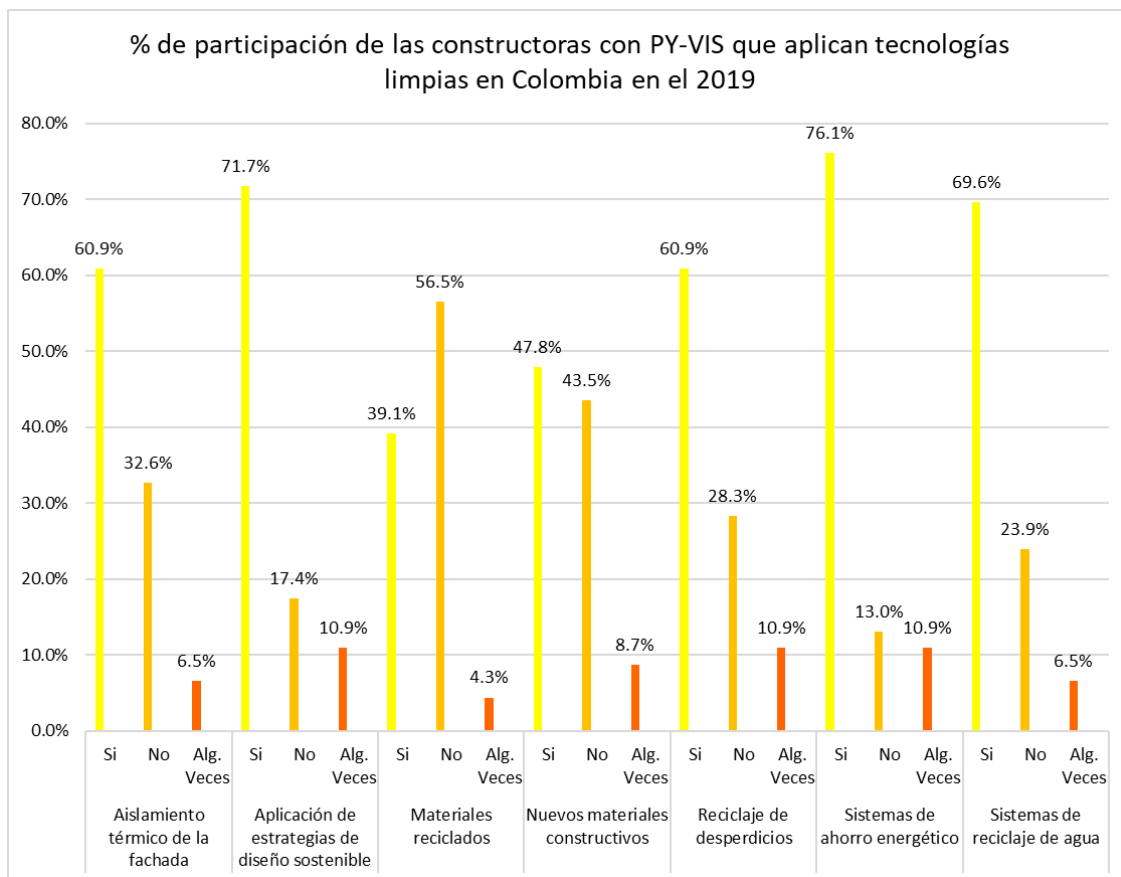


Figura 54. Participación de las firmas constructoras VIS en la aplicación de tecnologías limpias en Colombia (Valencia Rincón, 2019).

El 43,5% de los encuestados “no aplica” tecnologías limpias en sus sistemas de producción, mientras que el 56,5% de los encuestados si lo hace (ver figura 55). Teniendo en cuenta lo anteriormente dicho, dentro de las respuestas de los encuestados que si aplican las tecnologías limpias, la respuesta más sobresaliente son las marcas registradas con un 30,8%. Luego, le siguen las patentes con un 26,9%. En tercer lugar, están los acuerdos tecnológicos con el 23,1%. Solo el 7,7% aplican licenciamiento al igual que un 7,7% utiliza métodos de propiedad intelectual. Por último, la producción jurídica con el 3,8% es el menos utilizado y ningunos de los encuestados eligió los secretos industriales como opción para aplicar tecnologías limpias (ver figura 56).

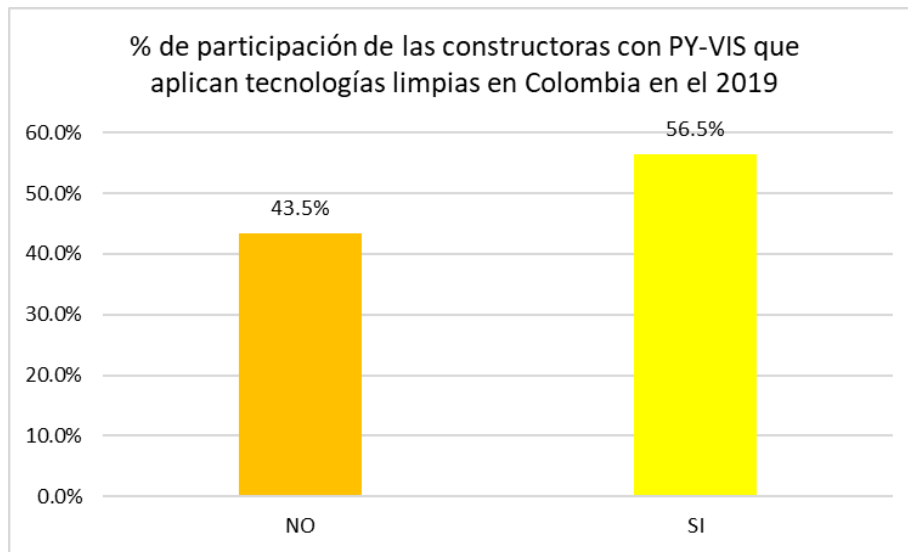


Figura 55. Participación en eventos de carácter tecnológico en las firmas constructoras. (Valencia Rincón, 2019).

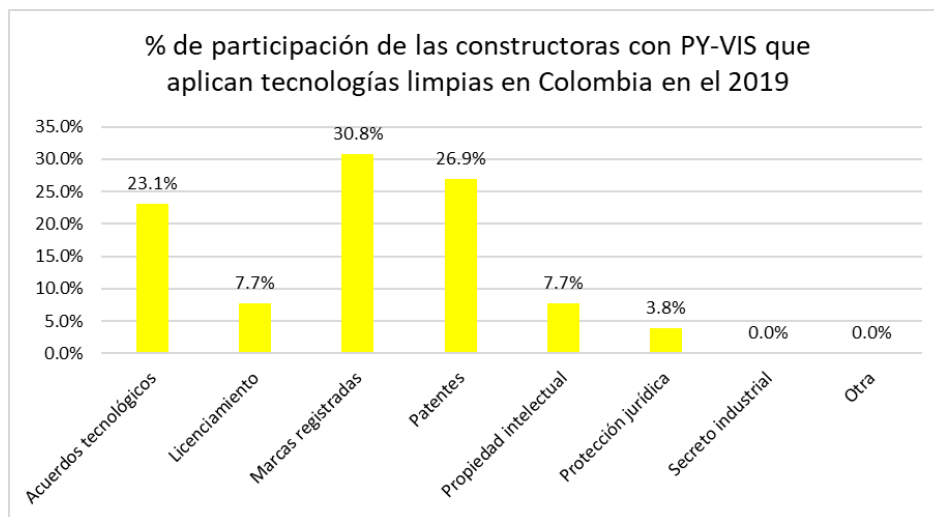


Figura 56. Participación de las firmas constructoras que aplican tecnologías limpias (Valencia Rincón, 2019).

Asimismo, según los encuestados el 23,91% no tiene experiencia en procesos de innovación. Mientras que el 76,09% de los encuestados si lo hace (ver figura 57). Además, los encuestados que afirman tener experiencia en procesos de innovación, con un 46,4% son la investigación y desarrollo (I+D) es el ítem más sobresaliente. A continuación, le siguen la transferencia tecnológica con un 19,6%. En tercer lugar, está la difusión tecnológica con el 17,9%. Por último, solo el 16,4% tiene experiencia en comercialización tecnológica (ver figura 58).

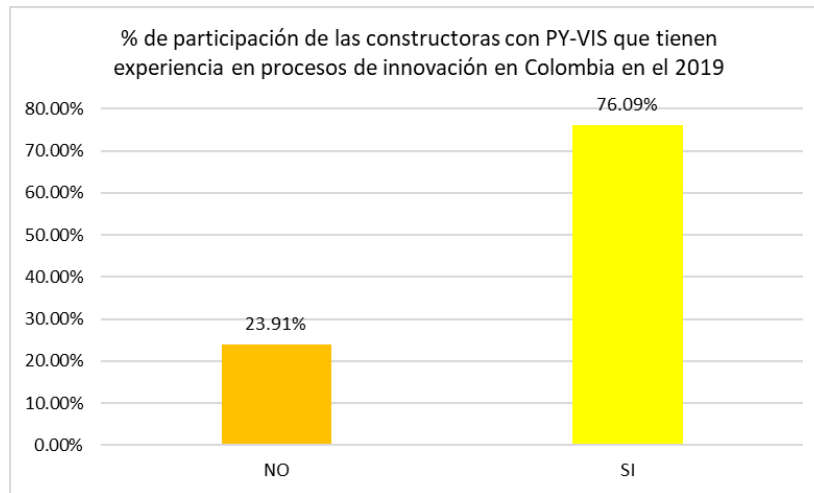


Figura 57. Participación de las firmas constructoras VIS que tienen experiencia en procesos de innovación en Colombia (Valencia Rincón, 2019).

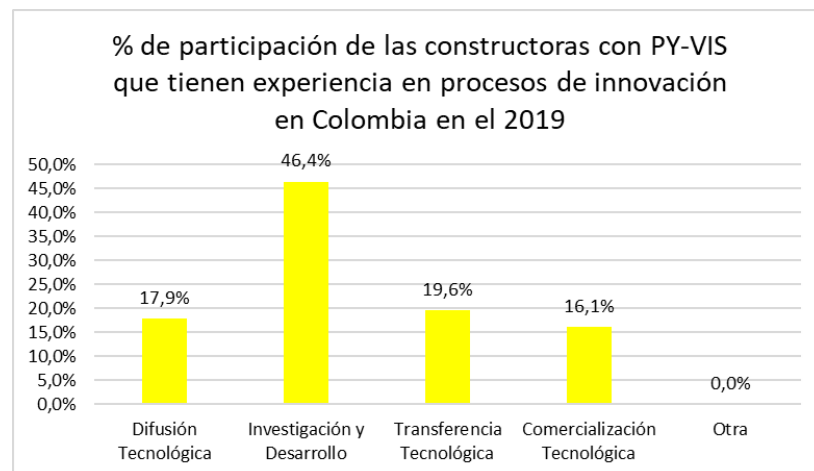


Figura 58. Participación de las firmas constructoras que tienen experiencia en procesos de innovación en Colombia (Valencia Rincón, 2019).

Los encuestados consideran que para implementar procesos de innovación, el principal aspecto de dificultad para poder implementarla está en el presupuesto con un 25.3%. Le sigue, la financiación con un 21,9%. En tercer lugar, está la investigación y desarrollo (I+D) con un 19,9%. En cuarto lugar, se encuentra la capacitación y asesoría con un 9,6%. En quinto lugar, con un 9,6% se encuentra el tener personal externo. En sexto lugar, está con un 7,5%

el tener convenios y contratos. En séptimo lugar, con un 4,8% está la falta de tiempo. Finalmente, los encuestados eligieron la opción otros con un 1,4% (ver figura 59).

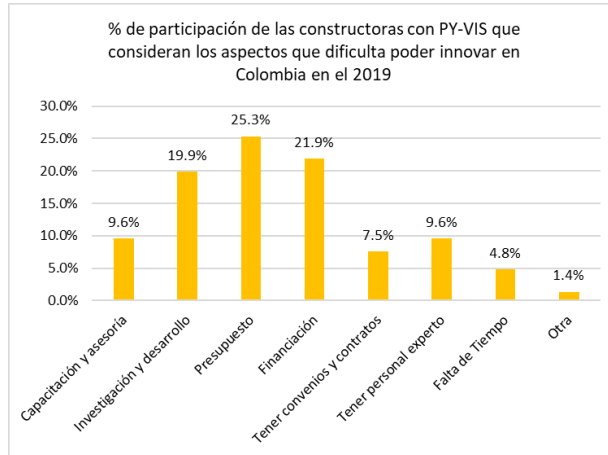


Figura 59. Participación de las firmas constructoras VIS que consideran los aspectos que dificultan poder innovar en Colombia (Valencia Rincón, 2019).

Respecto a los beneficios de aplicar o tener procesos de transferencia tecnológica, en este sentido el 45.7% de los encuestados considera que le aporta un alto beneficio a la empresa; el 15,2% de ellos considera que es muy alto el beneficio; mientras que el 21,7% cree que es regular el beneficio que le aporta; por otro lado, el 4,3% piensa que es poco el beneficio y finalmente el 13,0% considera que es muy poco el beneficio que le aporta a la empresa (ver figura 60).

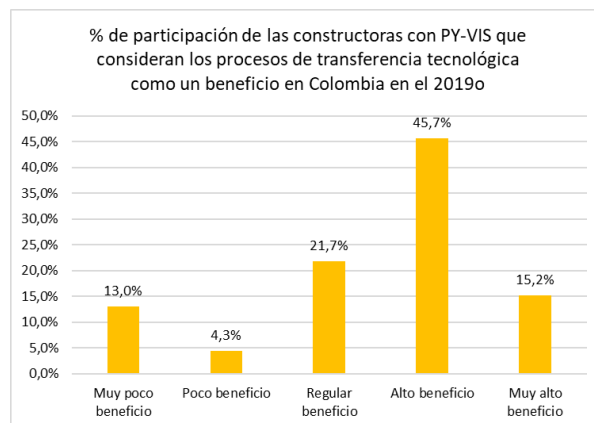


Figura 60. Participación de las firmas constructoras VIS que consideran los procesos de transferencia tecnológica como beneficio en Colombia (Valencia Rincón, 2019).

Finalmente, con respecto a la compra de tecnología para generar nuevos desarrollos en los procesos de innovación, en este sentido el 67,4% de los encuestados considera que le aporta una muy alta innovación a la empresa; el 15,2% de ellos considera que es le aporta alta innovación; mientras que el 17,4% cree que es regular la innovación que le aporta. Además, ninguno de los encuestados eligió o considero que la poca o muy poca innovación si adquieren nuevos desarrollos en sus procesos. Por lo que, se observa las constructoras con proyectos de vivienda de interés social piensa comprar nuevas tecnologías para fortalecer sus procesos y desarrollo (ver figura 61).

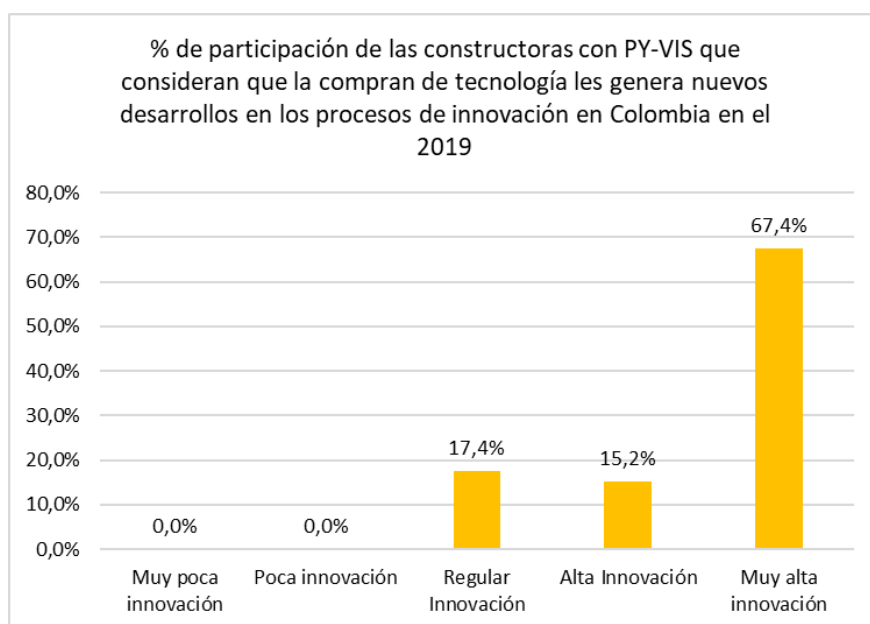


Figura 61. Participación de las firmas constructoras VIS que consideran que la compra de tecnología les genera nuevos desarrollos en los procesos de innovación en Colombia (Valencia Rincón, 2019).

3.3 Análisis estadístico de los resultados teóricos y empíricos

Para validar los constructos teóricos y los resultados empíricos del trabajo de campo, se realizó un estudio estadístico a partir de un análisis multivariado que consistió en desarrollar en primer lugar, un análisis factorial exploratorio (AFE) para determinar cuál de las variables de estudio explican la totalidad del problema (MacCallum et al., 1999; Mavrou, 2015;

Osborne & Costello, 2004). Luego de identificar las variables más significativas, se procedió a confirmar dichas variables por medio de un análisis factorial confirmatorio (AFC) (Herrero, 2010).

Para ello, se realizó un modelo estadístico a partir de los constructos definidos en el marco teórico referencial y de los datos recolectados en la encuesta. La validación de este modelo se realizó haciendo uso del Software SPSS® y EQS®. A continuación, se presentan los resultados de la siguiente manera: en primer lugar, se expone el análisis factorial exploratorio. En segundo lugar, se muestra el análisis factorial confirmatorio. Finalmente, se presenta la validación del análisis factorial confirmatorio.

3.4 Análisis factorial exploratorio

Según Mavrou (2015) la aplicación del Análisis Factorial Exploratorio es importante considerar tres estándares fundamentales: 1) el tamaño muestral, 2) la ratio mínima de casos por variable y 3) la ratio de variables por factor.

Por lo general, este método se aplica tamaños muestrales mayores de 100 casos. o, Ideales tamaños de muestrales entre 300 a 400casos. Pero, estudios basados en simulaciones han verificado que es posible utilizar este método con muestras pequeñas (McNeish, 2017). En lo que se refiere a la ratio de casos se sugiere que esta sea por lo menos de 10-15 casos por cada variable.

En este sentido esta es una de las razones por las que se seleccionó esta metodología para el análisis de los datos de los constructos teóricos y de los resultados empíricos de la encuesta. Ya que la muestra en la realidad del sector de vivienda social en Colombia es pequeña en relación con otros mercados internacionales.

Para el desarrollo del análisis factorial exploratorio se utilizó el método cuantitativo. Como se mencionó anteriormente, con dos cortes transversales de la información correspondientes

al año 2019 y la población seleccionada corresponde a firmas constructoras que desarrollan proyectos de vivienda VIS en Colombia.

El alcance para esta etapa de la investigación fue exploratorio y correlacional toda vez que los estudios relacionados con los objetivos de la investigación fueron limitados. Para dar respuesta al objetivo general y a los dos primeros objetivos específicos de la investigación, se realizó una revisión de literatura de verificación. posterior a la obtención de los datos en campo, para validar las siguientes hipótesis de investigación:

H₀: Si, se explica la dinámica de la transferencia de tecnologías limpias en la vivienda social en Colombia. Entonces, es posible contribuir a la comprensión de los procesos de innovación en el sector de la construcción.

H₁: Si, se identifican los modelos de transferencia de tecnologías limpias que se aplican en la Vivienda Social. Entonces, es posible identificar los procesos de construcción sostenible que se aplican en las firmas constructoras.

H₂: Si, se caracterizar los procesos de construcción sostenible en relación con los procesos de innovación. Entonces, es posible Caracterizar los modelos de transferencia de tecnologías limpias en la vivienda social.

Las respuestas a estas hipótesis dan respuesta a los objetivos OBJ1 y OBJ2 que aparecen en la Tabla 27 del aparte 2.3.3 Síntesis del Marco teórico Referencial del capítulo 2.

Por otro lado, para establecer el modelo de análisis, se propuso una relación teórica de acuerdo con la revisión literaria que dan respuesta a los objetivos de investigación y las hipótesis propuestas. La figura 62 muestra gráficamente, la relación entre los constructos de investigación, las hipótesis propuestas, los apartes de la estructura de la encuesta que es soportada por el trabajo de campo.

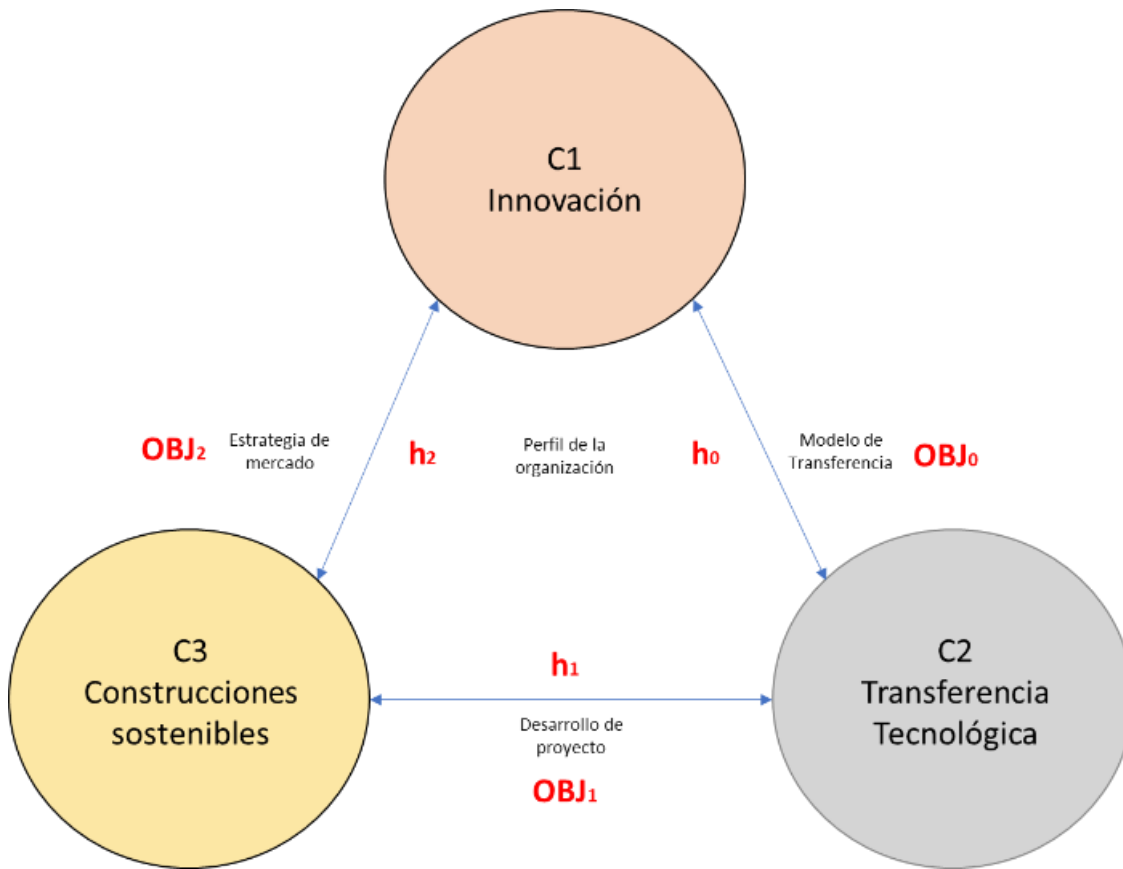


Figura 62. Estructura del modelo teórico de relaciones para el análisis factorial exploratorio. Elaboración propia.

A continuación, para identificar y caracterizar los resultados empíricos de las variables que estructuran los constructos de investigación. Se procedió a realizar el método factorial exploratorio. Este consistió en analizar los datos empíricos obtenidos del trabajo de campo por medio del software SPSS® Versión 23. Para ello, se realizó un análisis de reducción de dimensión, identificando los factores más relevantes que representan la explicación del problema de estudio de esta tesis doctoral.

Con este fin, se seleccionaron los 131 ítems y 46 casos que componen el conjunto de datos de la encuesta. Luego, se procedió a identificar los factores por medio del estadístico de solución inicial y matriz de correlación KMO con prueba de esfericidad de Bartlett.

Para la extracción de los datos se utilizó el método de componentes principales. Este se analizó por medio de una matriz de correlación. Como resultado se presentaba una solución final sin rotar. En este sentido, la extracción resultante estaba basada en autovalor.

En cuanto al método de rotación utilizado se seleccionó el método Varimax con normalización de Kaiser. Respecto a los valores perdidos se seleccionó la opción de exclusión de casos perdidos según lista. Es de anotar, que los datos recolectados en campo no presentaron casos excluidos.

Finalmente, el formato de presentación de los coeficientes fue organizado por tamaño y se suprimieron los coeficientes con un valor absoluto menor a 0,40. Esto con el objetivo de proporcionar una mayor fiabilidad y detalle al modelo de análisis. Esta operación se realizó varias veces efectuando una reducción de dimensión de 131 ítems a 16 ítems que explican el problema de estudio.

A continuación, se presentan los resultados de la matriz de correlación KMO y prueba de esfericidad de Bartlett, este método es utilizado para verificar si el modelo factorial en su conjunto es significativa y válido. Según la literatura (Grupo de Petrología Aplicada, 2020), el índice KMO tiene 5 escalas de medición organizadas de la siguiente manera: 1) Muy bueno >0.90 . 2) Notable >0.80 . 3) Mediano >0.70 . 4) Bajo >0.60 . 5) Muy bajo (ver Tabla 50).

Respecto a la prueba de esfericidad de Bartlett, con este método se evalúa la aplicabilidad del método de análisis factorial para las variables de estudio (Grupo de Petrología Aplicada, 2020). Este método tiene dos escalas de medición organizadas de la siguiente manera: 1) Sig. (p-valor) < 0.05 , en este caso se acepta la hipótesis nula o las hipótesis alternativas propuestas y se puede aplicar el método de análisis factorial propuesto. 2) Sig. (p-valor) > 0.05 , en este caso se no se acepta la hipótesis nula o las hipótesis alternativas propuestas y no se puede aplicar el método de análisis factorial propuesto (ver Tabla 51).

Test KMO	
Muy bueno	>0.90
Notable	>0.80
Mediano	>0.70
Bajo	>0.60
Muy bajo	<0.50

Tabla 50. Indicador de validez de la Prueba de KMO. Elaboración propia basado en (Grupo de Petrología Aplicada, 2020).

Prueba de esfericidad de Bartlett			
Sig. (p-valor)	< 0.05	Aceptamos las hipótesis H0, H1 ... Hn	Se puede aplicar el análisis factorial
Sig. (p-valor)	> 0.05	Rechazamos las hipótesis H0, H1 ... Hn	No se puede aplicar el análisis factorial

Tabla 51. Indicador de validez de la Prueba de esfericidad de Bartlett. Elaboración propia basado en (Grupo de Petrología Aplicada, 2020).

A continuación se presenta los resultados de aplicar las dos pruebas mencionadas anteriormente. En primer, el constructo 1 – innovación, tiene un índice KMO de 0.837, es decir es un constructo notable y a la vez significativo. Respecto a la prueba de esfericidad de Bartlett tiene un Sig. de 0.000 lo que significa que las hipótesis propuestas en para el constructo son aceptables y es viable utilizar el método de análisis factorial (ver Tabla 52).

Constructo 1 – Innovación

Prueba de KMO y Bartlett

Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		,837
Prueba de esfericidad de Bartlett	Aprox. Chi-cuadrado	155,540
	gl	15
	Sig.	,000

Tabla 52. Prueba de KMO y Bartlett Constructo 1 - Innovación. Elaboración propia a partir del análisis de datos en el software IBM SPSS Statistics V23.0.

En segundo lugar, el constructo 2 – Transferencia Tecnológica tiene un índice KMO de 0.768, es decir es un constructo mediano y a la vez significativo. Respecto a la prueba de esfericidad de Bartlett tiene un Sig. de 0.000 lo que significa que las hipótesis propuestas para el constructo son aceptables y es viable utilizar el método de análisis factorial (ver Tabla 53).

Constructo 2 – Transferencia Tecnológica

Prueba de KMO y Bartlett

Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		,758
Prueba de esfericidad de	Aprox. Chi-cuadrado	90,581
Bartlett	gl	6
	Sig.	,000

Tabla 53 Prueba de KMO y Bartlett Constructo 2 – Transferencia Tecnológica. Elaboración propia a partir del análisis de datos en el software IBM SPSS Statistics V23.0

En segundo lugar, el constructo 3 – Construcciones sostenibles tiene un índice KMO de 0.849, es decir es un constructo notable y a la vez significativo. Respecto a la prueba de esfericidad de Bartlett tiene un Sig. de 0.000 lo que significa que las hipótesis propuestas para el constructo son aceptables y es viable utilizar el método de análisis factorial (ver Tabla 54).

Constructo 3 – Construcciones sostenibles

Prueba de KMO y Bartlett

Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		,849
Prueba de esfericidad de	Aprox. Chi-cuadrado	158,979
Bartlett	gl	15
	Sig.	,000

Tabla 54 Prueba de KMO y Bartlett Constructo 3 – Construcciones sostenibles. Elaboración propia a partir del análisis de datos en el software IBM SPSS Statistics V23.0

A continuación se presentan los resultados de las variables más importantes por constructo según el análisis factorial exploratorio de Tabla 55 a la Tabla 57. Luego se exponen los Path Model en donde se identifican esas mismas variables gráficamente (ver Figura 63 y Figura 64).

Factores constructo 1 que explican el problema de investigación
Análisis Factorial Exploratorio

Relación	Canal	Atributo	Tema Pregunta	Código Variable EQS	Código Variable SPSS
Perfil de la organización	Innovación	Firma constructora	Año de creación de la empresa	INV2	P1a2
			Proceso de innovación	INV5	P1b2
Desarrollo del proyecto	Innovación	Estrategia de mercado	Patente	INV7	P2a1
			Procesos	INV8	P2a2
Desarrollo del proyecto	Innovación	Dificultades de innovación	Dificultades financieras	INV11	P2b1
Estrategia de mercado	Innovación	Nuevo conocimiento	Aplicación de tecnologías limpias en los sistemas de producción	INV15	P6c4

Tabla 55. Factores resultados del análisis factorial exploratorio constructo 1 - innovación. Elaboración propia.

Factores constructo 2 que explican el problema de investigación
Análisis Factorial Exploratorio

Relación	Canal	Atributo	Tema Pregunta	Código Variable EQS	Código Variable SPSS
Desarrollo de proyecto	Transferencia Tecnológica	Personal de investigación	Evento de carácter tecnológico: Charla	TTV 6	P2d2
			Evento de carácter tecnológico: Convención	TTV12	P2d8
	Transferencia Tecnológica	Personal de investigación	Evento de carácter tecnológico: Feria	TTV13	P2d9
			Evento de carácter tecnológico: Ponencia	TTV14	P2d10

Tabla 56. Factores resultados del análisis factorial exploratorio constructo 2- Transferencia Tecnológica. Elaboración propia.

Factores constructo 3 que explican el problema de investigación Análisis Factorial Exploratorio

Relación	Canal	Atributo	Tema Pregunta	Código Variable EQS	Código Variable SPSS
Modelo de transferencia	Construcciones sostenibles	Nuevas tecnologías	Proyectos orientados a construcciones sostenibles	CSV1	P4a1
			Cuantos al año	CSV2	P4a2
Modelo de transferencia	Construcciones sostenibles	Adaptación tecnológica	Tecnología sostenible apropiada	CSV10	P4c1
Modelo de transferencia	Construcciones sostenibles	Capacidad tecnológica	Participación en eventos que promocionen nuevas tecnologías	CSV14	P4d1
Modelo de transferencia	Construcciones sostenibles	Estrategias de mercado	Impacto económico de aplicación de la normativa en el proyecto	CSV15	P5a1
Modelo de transferencia	Construcciones sostenibles	Capacidad tecnológica	Difusión de la certificación Casa Colombia	CSV31	P5d3

Tabla 57 Factores resultados del análisis factorial exploratorio constructo 3 – Construcciones sostenibles. Elaboración propia.

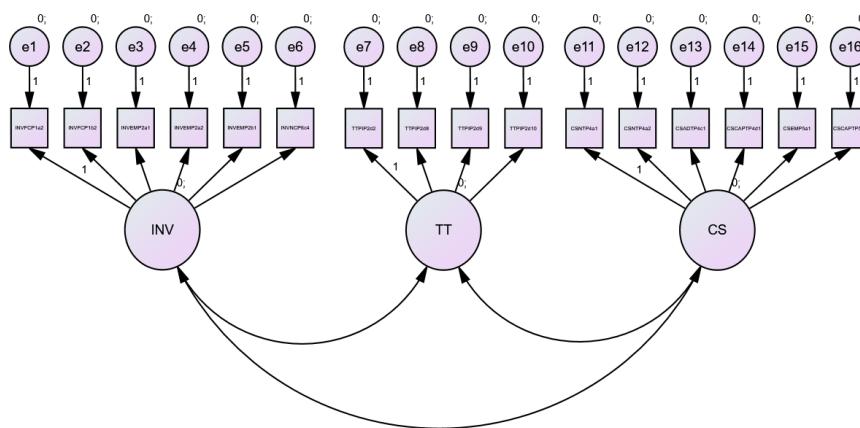


Figura 63. Resultados Análisis Factorial Exploratorio de los Constructos de estudio – Variables finales del Path Model.

Elaboración propia desarrollado en el software Amos-SPSS.

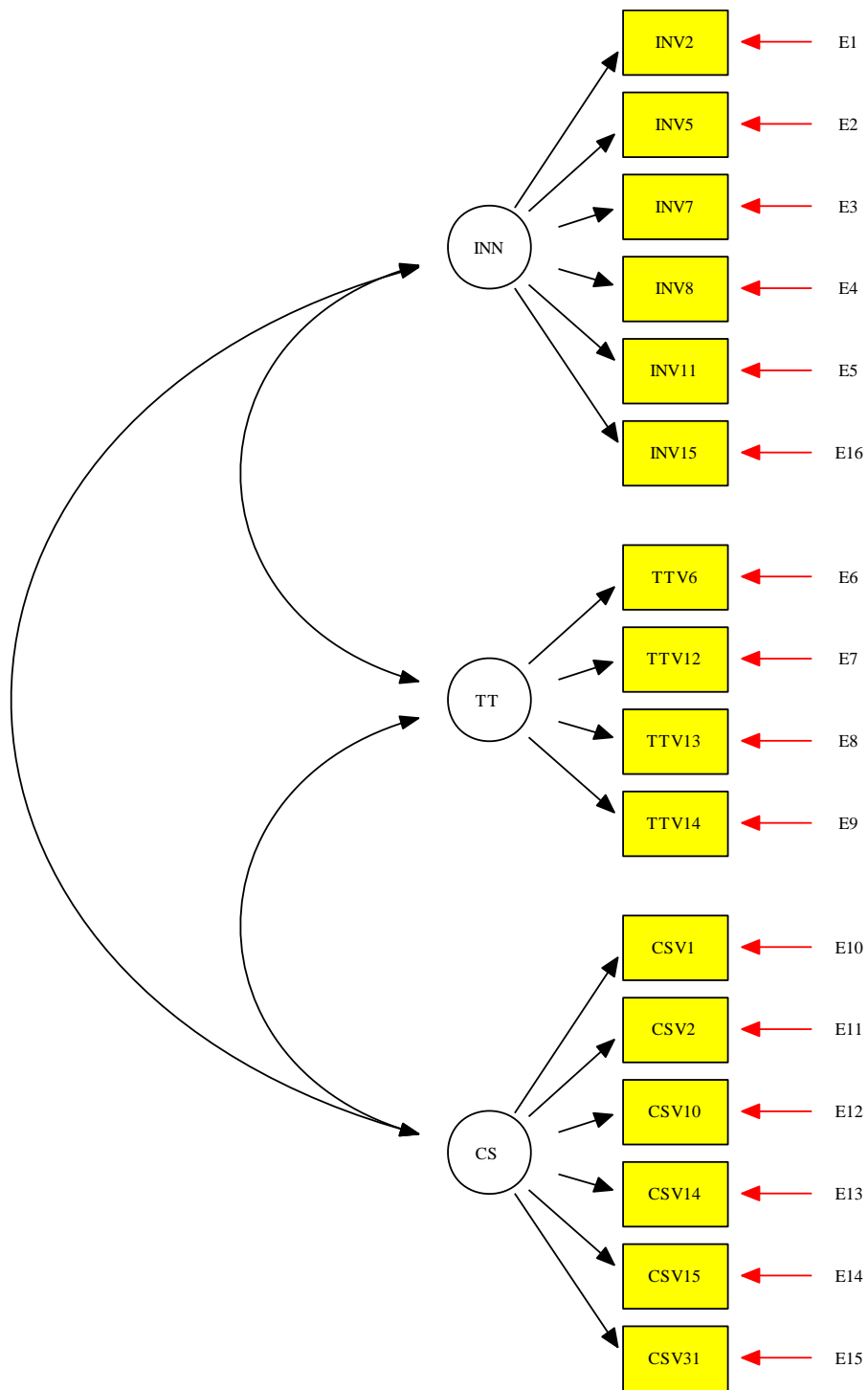


Figura 64. Resultados Análisis Factorial Exploratorio de los Constructos de estudio – Configuración de las variables del Path Model. Elaboración propia desarrollado en el software EQS 6.3.

3.5 Análisis factorial confirmatorio

A continuación, se procedió a realizar el Análisis Factorial Confirmatorio. Según la revisión literaria (Herrero, 2010) el Análisis Factorial Confirmatorio permite diferenciar un modelo construido previamente, en el cual se ha establecido un conjunto de relaciones entre las variables que lo componen. Por tanto, lo que se busca con esta metodología es reafirmar si la estructura propuesta anteriormente en los constructos es válida a partir de los datos empíricos obtenidos en el trabajo de campo.

El modelo estadístico propuesto, fue validado mediante la realización del AFC haciendo uso del Software EQS® y SPSS®. La Figura 65 y la Figura 66 muestran la modelación del problema de estudio a partir de establecer la relación de los constructos de la siguiente manera:

- Factor 1 – Innovación (INN)
- Factor 2 – Transferencia de Tecnología (TT)
- Factor 3 – Construcciones sostenibles (CS)

Por otro lado, en la Tabla 58 se muestran los cálculos de la media, la desviación estándar y la población a partir de analizar los datos en el software EQS y en el módulo AMOS del software SPSS. A continuación, se calculó Para cada factor propuesto el Alfa de Cronbach por dimensión, la Varianza Extraída (AVE) y el Índice de fiabilidad Compuesta (IFC). Para el cálculo se tuvo en cuenta las siguientes escalas de medición: 1) Alfa Cronbach >0.70 . 2) Varianza Extraída (AVE) > 0.50 . 3) Índice de Fiabilidad Compuesta (IFC) >0.70 (ver Tabla 59). Finalmente se identificó la solución estandarizada por medio de método robusto, la Tabla 60 muestra los resultados con los valores de carga que explican el modelo (beta estandarizada).

A continuación, se procedió a evaluar el modelo estructural, el cual arroja resultados positivos, confirmando las relaciones establecidas en el análisis factorial exploratorio. La

Figura 65 muestra la relación gráfica de los factores de estudio y la Figura 66 muestra gráficamente los resultados de los valores de carga por cada variable estudiada. Finalmente, se puede concluir que el modelo propuesto cumple con la condición de recursivo. Es decir, a través de la aplicación de los métodos AFE y AFC fue posible dividir y analizar en varias dimensiones y procesos de reducción el problema de estudio e inductivamente inferir el resultado.

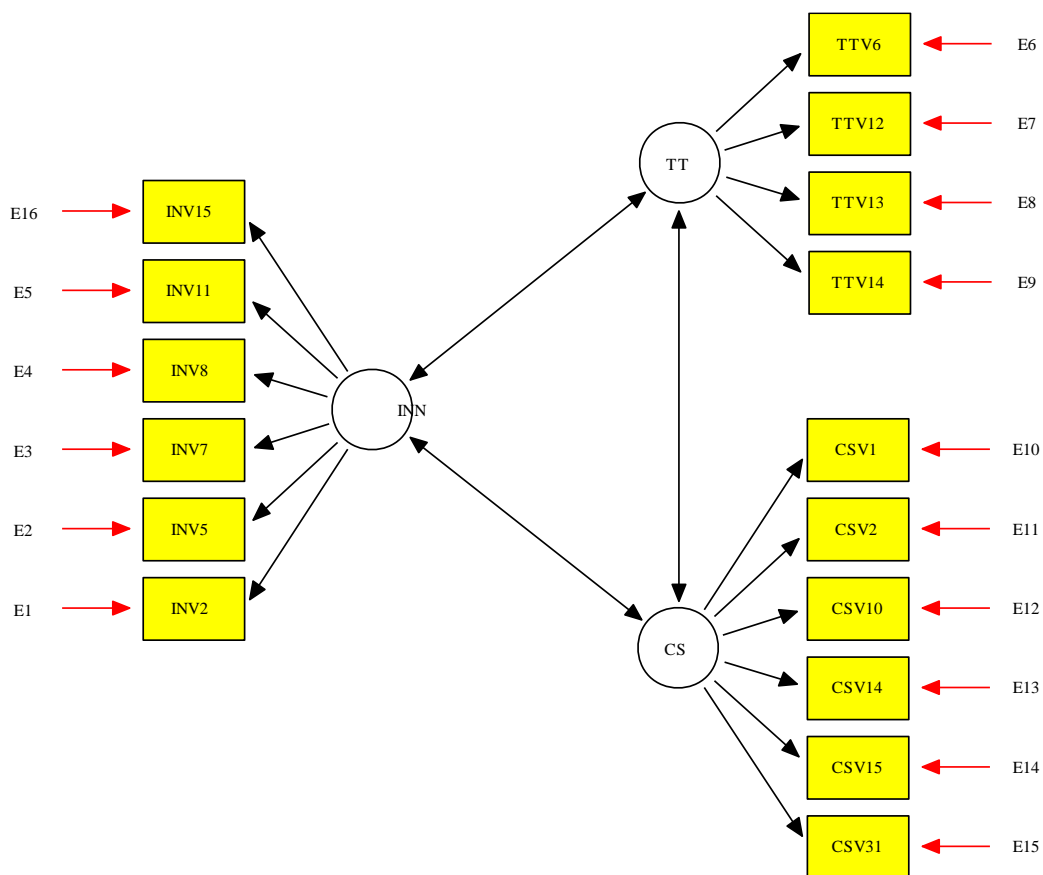


Figura 65. Resultados Análisis Factorial Confirmatorio de los Constructos de estudio – Configuración de las variables del Path Model. Elaboración propia desarrollado en el software EQS

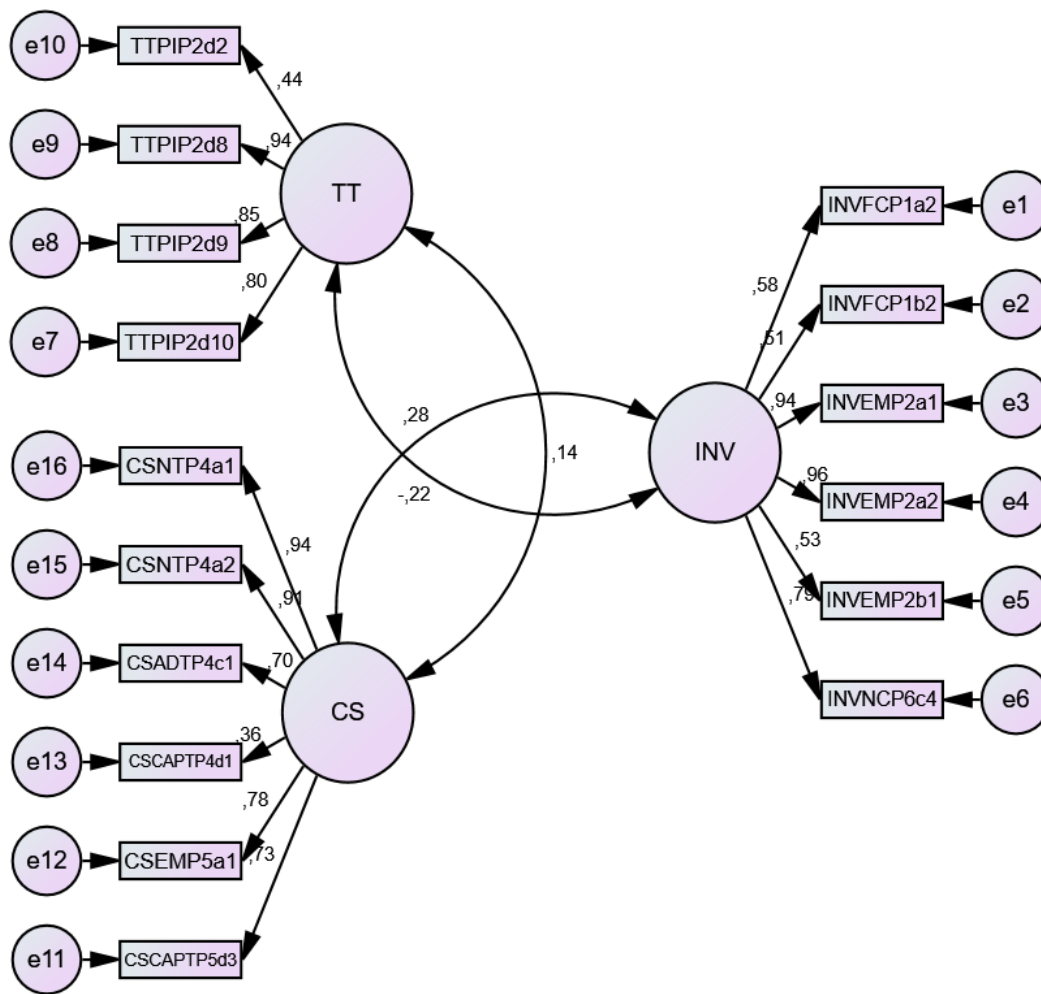


Figura 66. Resultados Análisis Factorial Confirmatorio de los Constructos de estudio – Variables finales del Path Model.

Elaboración propia desarrollado en el software Amos-SPSS.

C1-Innovación

Estadísticas de elemento			
	Media	Desviación estándar	N
INV2	3,217	2,1490	46
INV5	4,261	2,7198	46
INV7	1,435	,5012	46
INV8	1,587	,7476	46
INV11	4,435	2,3061	46
INV15	1,304	,4652	46
Medias	2,71	1,48	

C2-Transferencia Tecnológica

Estadísticas de elemento			
	Media	Desviación estándar	N
TTV6	2,000	,7888	46
TTV12	1,348	,6400	46
TTV13	1,435	,6550	46
TTV14	1,196	,4531	46
Medias	1,49	0,63	

c3-Construcciones sostenibles

Estadísticas de elemento			
	Media	Desviación estándar	N
CSV1	1,696	,4652	46
CSV2	2,630	1,2536	46
CSV10	1,609	,4934	46
CSV14	2,478	,6579	46
CSV15	5,087	2,9046	46
CSV31	1,826	,3832	46
Medias	2,55	1,03	

Tabla 58. Análisis Factorial Confirmatorio - Cálculo de media, desviación estándar y población. Elaboración propia basado en los datos del software Amos-SPSS y EQS.

F ₁ : Innovación
F ₂ : Transferencia Tecnológica
F ₃ : Construcciones sostenibles

Tabla 1. Datos para cálculo de AVE é IFC				λ es el valor de la carga factorial estandarizada del EQS				
Factor (Dimensión)	Ítem	λ	λ ²	Varianza (e) = λ - λ ²	∑ Σλij	∑ Σλij)2	Σλ2ij	Σj Varianza (e _{ij})
F ₁ : Innovación	INV2	0,585	0,342	0,243	4,312	18,593	3,310	1,002
	INV5	0,511	0,261	0,250				
	INV7	0,936	0,876	0,060				
	INV8	0,963	0,927	0,036				
	INV11	0,525	0,276	0,249				
	INV15	0,792	0,627	0,165				
F ₂ : Transferencia Tecnológica	TTV6	0,443	0,196	0,247	3,035	9,211	2,445	0,590
	TTV12	0,939	0,882	0,057				
	TTV13	0,852	0,726	0,126				
	TTV14	0,801	0,642	0,159				
F ₃ : Construcciones sostenibles	CSV1	0,939	0,882	0,057	4,415	19,492	3,466	0,949
	CSV2	0,911	0,830	0,081				
	CSV10	0,700	0,490	0,210				
	CSV14	0,359	0,129	0,230				
	CSV15	0,776	0,602	0,174				
	CSV31	0,730	0,533	0,197				

$$AVE = \frac{\sum \lambda_{ij}^2}{\sum \lambda_{ij}^2 + \sum_j Varianza(e_{ij})}$$

$$IFC = \frac{(\sum \lambda_{ij})^2}{(\sum \lambda_{ij})^2 + \sum_j Varianza(e_{ij})}$$

Variables Latentes	Alfa de Cronbach (Por Dimensión)	Varianza Extraída (AVE)	Índice Fiabilidad Compuesta (IFC)
F1: Innovación	0,860	0,768	0,949
F2: Transferencia Tecnológica	0,833	0,806	0,940
F3: Construcciones sostenibles	0,874	0,785	0,954

AVE > 0,5
IFC > 0,7
ALFA > 0,7

Tabla 59. Análisis Factorial Confirmatorio. Resultados de Alfa, Varianza Extraída e Índice de fiabilidad Compuesta.

Elaboración propia basado en los datos del software EQS.

amos-spss

	Estimate
INV2 <--- INV	0,585
INV5 <--- INV	0,511
INV7 <--- INV	0,937
INV8 <--- INV	0,963
INV11 <--- INV	0,525
INV15 <--- INV	0,792
TTV14 <--- TT	0,801
TTV13 <--- TT	0,852
TTV12 <--- TT	0,939
TTV6 <--- TT	0,443
CSV31 <--- CS	0,73
CSV15 <--- CS	0,776
CSV14 <--- CS	0,36
CSV10 <--- CS	0,7
CSV2 <--- CS	0,911
CSV1 <--- CS	0,939

Tabla 60. Análisis Factorial Confirmatorio. Validación de datos de solución estandarizada - Método robusto del software

Amos- SPSS.

3.6 Validación del Análisis factorial confirmatorio

Finalmente para verificar las medidas y preocupaciones de la validez del modelo se utilizó la herramienta “Master Validity Tool” (Gaskin & Lim, 2016). Los resultados fueron positivos y se confirmó la validez del modelo. A continuación se muestran los resultados de la aplicación de la herramienta (ver Tabla 61).

Medidas de validez del modelo

	CR	CRA	MSV	MaxR (H)	INV	TT	CS
INV	0,874	0,552	0,079	0,958	0,743		0,282
TT	0,856	0,611	0,049	0,924	-0,222	0,782	0,138
CS	0,885	0,578	0,079	0,942			0,760

Tabla 61. Medidas de validez del modelo. Elaboración propia a partir de la herramienta Master Validity Tool en AMOS – SPSS (Gaskin & Lim, 2016).

Preocupaciones sobre la validez

No hay preocupaciones de validez aquí.

Referencias

Importancia de las correlaciones:

†p <0.100

* p <0.050

** p <0.010

*** p <0.001

3.3 Conclusiones del capítulo 3

El marco empírico de investigación identificó y caracterizó los modelos de transferencia de tecnología en la industria de la construcción. Para ello se recurrió a una encuesta la cual sondeó la percepción de los diferentes actores relacionados con la producción de vivienda social.

En primer lugar se pudo identificar que el sector de la construcción es uno de los sectores económicos importantes para Colombia. En el año 2018 existían 2172 firmas constructoras en el país. Organizadas de la siguiente manera: las firmas pequeñas representan el 88% del mercado. Mientras que las firmas medianas representan el 11% y por último las firmas grandes el 1%.

Asimismo se identificó que a muchas de las constructoras pequeñas no les interesa trabajar en planes y proyectos VIS y VIP. En este caso, se identificó que sólo el 11% del total de empresas entre medianas y grandes (1,1%) tienen un interés y capacidad para desarrollar proyectos VIS y VIP.

Por otro lado, de acuerdo con la revisión literaria y su contraste con la evidencia empírica se identificaron cuatro relaciones importantes en la industria de la construcción. Estas fueron: 1) Perfil de la organización. 2) Desarrollo de proyectos. 3) Modelos de transferencia. 4) Estrategia de mercado. Estas relaciones permitieron validar las variables tanto en la dimensión teórica, soportada por la revisión literaria del capítulo 2 y los datos empíricos obtenidos en el trabajo de campo a través de la aplicación de la encuesta.

Los resultados obtenidos muestran que en el caso del perfil organizacional de las firmas constructoras dedicadas a la producción de VIS, se identificó que el 34,8% corresponde a pequeñas firmas constructoras con menos de 10 empleados. Asimismo se identificó que, un

porcentaje similar de 34,8% de las firmas constructoras tienen menos de 200 empleados y el 10,9% tienen más de 200 empleados.

En cuanto al tema de la innovación, el 34,8% de los encuestados no realiza procesos de innovación en sus empresas frente a un 65,2% que si realizan innovación. Un dato importante es que con un 78,8% el desarrollo de productos y procesos de negocios es el ítem más importante para las firmas constructoras. Por último, la mayoría de las firmas constructoras tiene un departamento de I+D+i con un 80,4% frente a un 19,6% que no lo tiene.

Respecto a el desarrollo de proyecto, se aprecia que el ítem más sobresaliente es la falta de desarrollo o compra de patentes en los últimos cinco años con un 54,4% frente a un 45,6 % si lo hace. De este último dato, se pudo identificar que, De este porcentaje el 15,2% de las firmas constructoras orienta la compra a patentes a producto frente a un 30,4% lo hace a la compra de procesos. Con respecto a la compra de tecnologías limpias solo el 23,9 % lo hacen frente a un 76,1 % que no lo hace.

Otro aspecto importante que se identificó fueron las dificultades que enfrentan las firmas constructoras para desarrollar innovación. Por eso, el primer lugar lo ocupa las dificultades financieras. Seguidas de un 17,4% en la falta de apoyo del gobierno y un 13,0% de la carencia en las capacidades internas de la organización. El 43,5% de las empresas no tienen la posibilidad de acceder a laboratorios para investigar. Un 76,1% de las firmas que si tienen acceso a laboratorios cuentan con personal para investigar. Sin embargo, el 95,7% de dicho personal no se encuentra categorizado en Colciencias.

Respecto a la participación de las firmas constructoras en eventos tecnológicos: en primer lugar está la participación en congresos con 12,3%. Luego, la participación en charlas y conferencias con el 11,0%. Por eso, los eventos donde menos participan las empresas con proyectos VIS son los simposios y ponencias. Por último, se identificó que el 76,2% de las

firmas constructoras con proyectos VIS participó en eventos de carácter tecnológico en el año 2019 en Colombia.

Por otro lado, en cuanto al modelo de transferencia se pudo identificar que 47,8% de las firmas constructoras con proyectos VIS no los realiza frente a un 21,7% que si lo hace. Asimismo, el 63,0% de las firmas constructoras realizan estrategias de producto orientadas a tecnologías limpias. De este porcentaje el 39,1% desconocen el tiempo de evaluación de este tipo de tecnologías frente a un 17,4% que desarrolla su evaluación en un tiempo estimado de 5 a 6 meses.

Sobre la aceptación y la adaptación tecnológica, los resultados mostraron que las firmas constructoras tienen un 37% de percepción es neutra respecto a ese tema. Mientras que un 28,3% que considera que la aceptación y adaptación de una nueva tecnología es fácil. En este sentido, se puede concluir que la percepción de las firmas constructoras es tendente a considerar más fácil que difícil la adaptación de nuevas tecnologías por parte de las empresas que realizan proyectos de vivienda de interés social.

Por otro lado, el 26,2% de las firmas constructoras no ha realizado estudios de mercado en los últimos cinco años. Mientras que el 83,3% de dichas empresas si lo ha hecho. Es importante anotar que, con un 44,3% el análisis de mercado es lo más representativo para las firmas constructoras. Respecto a las construcciones sostenibles, el 73,9% de las firmas constructoras han desarrollado proyectos orientados a este tipo de construcción. Sobre el particular, el 22,3% utilizan la resolución 0549 de 2015 referente a construcciones sostenibles. Sobre el decreto 1285 de 2015 es usado por el 9,6% de las firmas constructora. Por último, la norma menos utilizada es la resolución 030/463 de 2018 la cual es utilizada por el 6,4% de las empresas.

Respecto a las tecnologías sostenibles que se aplican en Colombia, un 58,7% de las firmas constructoras utiliza las tecnologías apropiadas. En segundo lugar, está la tecnología limpia con un 45,7%. En tercer lugar, está la tecnología de final de tubo con un 10,9%. Por último, el 30,4% usan cualquiera de estas tres tecnologías.

El 78,3% de las firmas constructoras afirman usar materiales con ciclo de vida en consumo energético. el 56,5% de ellos realiza cálculos para la reducción de CO₂ y el 19,6% aplica la certificación Casa Colombia. Para las firmas constructoras la certificación energética más conocida después de la certificación Casa Colombia, es la certificación LEED con un 47,5%. Seguido de la certificación EDGE con un 31,3%.

Finalmente, respecto a la estrategia de mercado, el 39,1% de las firmas constructoras no desarrolla producción en serie frente a un 37,0% que si lo hace. Al respecto, el Sistema OUTINORD es el menos utilizado con un 95,7%, le sigue el Sistema CONTECH con un 84,8%. En tercer lugar, está el sistema de pórticos con un 63,0%.

Respecto a las tecnologías limpias el 76,1% de las firmas constructoras utiliza sistemas de ahorro energético. Seguido por un 71,7% de firmas que aplican estrategias de diseño sostenible. El reciclaje de desperdicios es usado por el 60,9% de las firmas encuestadas. el 43,5% de las firmas “no aplica” tecnologías limpias en sus sistemas de producción.

En cuanto a la experiencia en procesos de innovación de las firmas constructoras, el ítem más sobresaliente es la investigación y desarrollo (I+D) con un 46,4%. A continuación, le siguen la transferencia tecnológica con un 19,6%. En tercer lugar, está la difusión tecnológica con el 17,9%. Por último, la comercialización tecnológica con el 16,4%. Finalmente, los encuestados consideran que para implementar procesos de innovación, el principal aspecto de dificultad para poder implementarla está en el presupuesto con un 25.3%.

Todos estos resultados fueron validados a partir de un estudio multivariado que consistió en desarrollar un análisis factorial exploratorio y un análisis factorial confirmatorio. Se realizó un modelo estadístico a partir de los datos recolectados en la encuesta. El cual fue validado haciendo uso del Software SPSS® y EQS®.

Para validar el marco empírico de investigación se propusieron tres hipótesis de trabajo. Estas fueron:

- H₀: Si, se explica la dinámica de la transferencia de tecnologías limpias en la vivienda social en Colombia. Entonces, es posible contribuir a la comprensión de los procesos de innovación en el sector de la construcción.

- H₁: Si, se identifican los modelos de transferencia de tecnologías limpias que se aplican en la Vivienda Social. Entonces, es posible identificar los procesos de construcción sostenible que se aplican en las firmas constructoras.
- H₂: Si, se caracterizan los procesos de construcción sostenible en relación con los procesos de innovación. Entonces, es posible caracterizar los modelos de transferencia de tecnologías limpias en la vivienda social.

Al aplicar los análisis factoriales respectivos, las tres hipótesis respecto a los constructos fueron aceptadas y viables de ser estudiadas por medio del método factorial. En primer, el constructo 1 – innovación, obtuvo un índice KMO de 0.837, es decir es constructo notable y a la vez significativo. En segundo lugar, el constructo 2 – Transferencia Tecnológica obtuvo un índice KMO de 0.768, es decir es constructo mediano y a la vez significativo. Por último, el constructo 3 – Construcciones sostenibles obtuvo un índice KMO de 0.849, es decir es un constructo notable y a la vez significativo.

El análisis factorial exploratorio dio como resultado que el constructo 1 – innovación, está compuesto por seis variables observables. Las cuales están relacionadas con los atributos: firmas constructoras, estrategia de mercado, dificultades de innovación y nuevo conocimiento.

El constructo 2 – Transferencia tecnológica, está compuesto por cuatro variables observables. Las cuales están relacionadas con el atributo: personal de investigación. Finalmente, el constructo 3 – Construcciones sostenibles, está compuesto por seis variables observables. Las cuales están relacionadas con los atributos: nueva tecnología, adaptación tecnológica, capacidad tecnológica y estrategia de mercado.

Al realizar el análisis factorial exploratorio el resultado fue positivo y se confirmaron las relaciones establecidas anteriormente. El constructo 1 – Innovación, obtuvo un Alfa de Cronbach de 0,860, una varianza extraída de 0,768 y un índice de fiabilidad compuesta de 0,949. El constructo 2 – Transferencia Tecnológica, obtuvo un Alfa de Cronbach de 0,833, una varianza extraída de 0,806 y un índice de fiabilidad compuesta de 0,940. Finalmente,

El constructo 2 – Construcciones Sostenibles, obtuvo un Alfa de Cronbach de 0,874, una varianza extraída de 0,785 y un índice de fiabilidad compuesta de 0,954. Asimismo, se verificó las medidas y preocupaciones del modelo dando como resultado que el modelo era válido y cumple con la condición de recursividad para este tipo de modelos factoriales

Capítulo 4

Dinámica de la Transferencia de Tecnologías Limpias en la Vivienda Social

4.1 Introducción

Este capítulo tiene por objetivo diseñar un modelo sistémico que explique la dinámica de la transferencia de tecnologías limpias para la Vivienda Social. Para ello se recurrió a construir una visión sistémica del problema de estudio y se utilizó como herramienta de diseño la metodología de la dinámica de sistemas. El capítulo se organiza de la siguiente manera: 1) Se presenta la metodología utilizada para el diseño del modelo sistémico. 2) Luego, se muestra el proceso de formulación del modelo sistémico. 3) A continuación, se explica el proceso de modelación y simulación del modelo sistémico. 4) Luego, se presenta la validación del modelo sistémico. 5) Finalmente, se exponen las conclusiones del capítulo.

4.2 Metodología

Para el diseño del modelo sistémico, se utilizó una síntesis metodológica que reúne las propuestas de varios autores identificados en la revisión literaria sobre la dinámica de sistemas (Braun, 2002; J. Forrester, 2009; J W Forrester, 1995; Jay W. Forrester, 1971, 2007; Martinez-Moyano, 2012; Saeed, 1998; Sterman, 2000; Zagonel & Corbet, 2006). La Figura 67 muestra gráficamente las fases metodológicas del proceso de diseño del modelo sistémico. El modelo está compuesto por las siguientes fases:

- **Fase 1 – Formulación.** Esta fase se compone de tres actividades: 1) definición de la hipótesis dinámica. 2) Elaboración del cuestionario de articulación. 3) Elaboración de los diagramas causales.
- **Fase 2 – Modelación y Simulación.** Una vez formulado el modelo se procede a: 1) formular las relaciones. 2) Simular los escenarios. 3) definir retardos.
- **Fase 3 – Validación.** Para finalizar, se procede a validar el modelo sistémico a partir de las siguientes evaluaciones: 1) Test de sensibilidad. 2) Test de transparencia, 3) Test de Calidad.

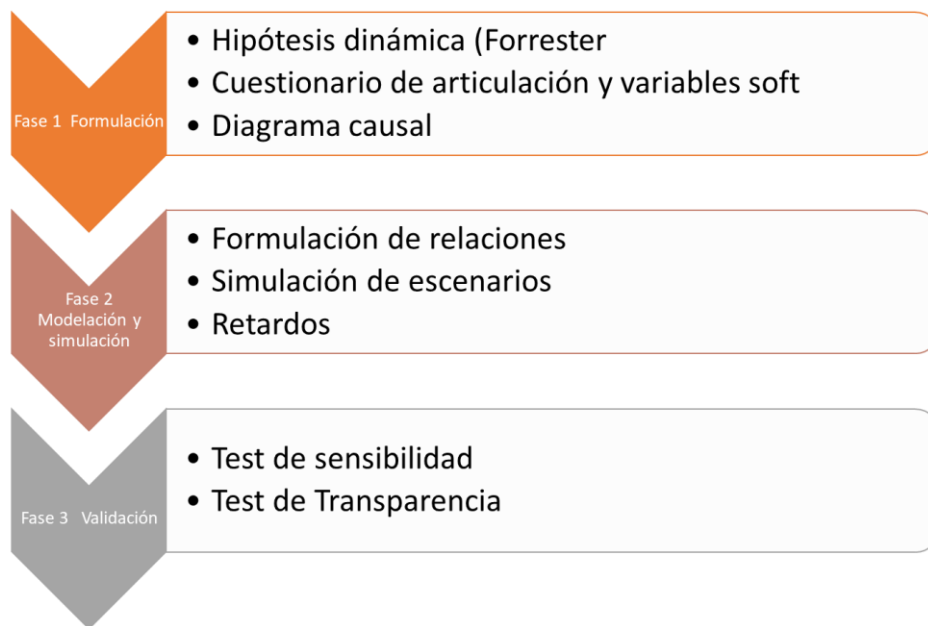


Figura 67 Metodología de dinámica de sistemas para el Diseño del modelo sistémico. Elaboración propia basado en (Braun, 2002; J. Forrester, 2009; J W Forrester, 1995; Jay W. Forrester, 1971, 2007; Martinez-Moyano, 2012; Saeed, 1998; Sterman, 2000; Zagonel & Corbet, 2006).

4.2.1 Formulación del modelo sistémico

4.2.1.1 Hipótesis dinámica

Para dar respuesta al tercer objetivo específico de la investigación, se realizó una revisión de literatura (J. Forrester, 2009; Jay W. Forrester, 2007; Jay W Forrester, 1989) y posteriormente se propuso la siguiente hipótesis de investigación:

H₃: Si, se explica la dinámica de la transferencia de tecnologías limpias en la Vivienda Social. Entonces, se contribuye a la comprensión de los procesos de innovación en el sector de la construcción.

4.2.1.2 Cuestionario de articulación y variables soft

Para formular el modelo sistémico es fundamental identificar el problema y orientarlos a los principios de la dinámica de sistemas. Para ello en el proceso de formulación se cuenta con dos herramientas fundamentales, estas son: el cuestionario de articulación y el cuestionario de las variables Soft. Estos dos cuestionarios permiten visualizar los componentes que constituirán el modelo dinámico. Teniendo en cuenta estas dos herramientas, a continuación se presentan los resultados de los dos cuestionarios.

4.2.2 Cuestionario de articulación

La articulación del problema de estudio a la estructura de un sistema dinámico es de vital importancia, para ello autores como (Sterman, 2000) plantean que construir un cuestionario de articulación es uno de los principales pasos a la hora de construir un modelo dinámico. En esta razón, realizar este primer paso da claridad y funcionalidad a la estructura del modelo a diseñar.

Con base en los planteamientos de Sterman (2000) se construyó el cuestionario de articulación, el cual está compuesto por cuatro secciones, organizadas de la siguiente manera:

1) selección del tema. 2) Variables claves. 3) Horizonte de tiempo y 4) Definición dinámica del problema. A continuación, se describen cada una de estas secciones.

4.2.2.1 Selección del tema

¿Cuál es el problema por abordar?

La transferencia de tecnologías limpias en las firmas constructoras de vivienda social en Colombia se relaciona con las capacidades de innovación de estas y las construcciones sostenibles.

¿Por qué es un problema?

De acuerdo con la revisión literaria, se observa que se presenta un atraso tecnológico de 20 años en los sistemas constructivos utilizados en el sector construcción (RCN Radio, 2016; SENA & CAMACOL, 2015), particularmente en el área de la vivienda social. Para la implementación de un modelo de negocio orientado a las construcciones sostenibles se requiere de la incorporación de tecnologías limpias en las firmas constructoras. Asimismo, se observa que según la revisión literaria, en el caso de la vivienda social, la incorporación de lineamientos de construcciones sostenibles y la legislación que la soporta es opcional.

La reglamentación sobre construcción sostenible en Colombia busca reducir el consumo energético y de recursos. Como se identificó en el capítulo uno, el porcentaje de viviendas sociales certificadas energéticamente en Colombia es muy bajo (ver la Tabla 4 a la Tabla 6). Sin embargo, desde el año 2018 se inició la implementación de la certificación Casa Colombia como una estrategia del sector público y privado para el desarrollo de la vivienda social sostenible en el país (CCCS, 2018).

Según estudios realizados por el SENA & CAMACOL (2015) se identifica que el 55% de las empresas constructoras revelaron desconocer la adecuación de nuevas tecnologías y

formas de producción de la vivienda. En este sentido el 56,8% de las empresas constructoras consideran necesario realizar desarrollos tecnológicos para el mejoramiento de medidas de sostenibilidad; el 60,5% considera necesario el desarrollo de nuevos materiales y el 86,7% considera necesario implementar la gestión de procesos constructivos (SENA & CAMACOL, 2015).

Finalmente, la industria de la construcción en Colombia ha identificado la necesidad de aplicar procesos de innovación tecnológica en el sector y particularmente se ha reconocido por parte de la industria que uno de los sectores que requiere de dicha innovación es el sector de la vivienda social (SENA & CAMACOL, 2015). Para los autores la transferencia de tecnologías limpias en la vivienda social se convierte en un factor para el fomento de la innovación en la industria de la construcción en Colombia.

4.2.2.2 Variables claves

¿Cuáles son las variables claves que forman parte del problema?

Teniendo en cuenta el diseño de los constructos del capítulo dos y los resultados de las variables empíricas del capítulo tres, las variables elegidas y validadas se muestran en la Tabla 62.

Ítem	Relación	Canal	Atributo	Código Variable EQS	Código Variable SPSS	Autor
Niveles		C1 - Innovación				Cubillos, 2020
		C2 - Transferencia Tecnológica				Cubillos, 2020
		C3 - Construcciones Sostenibles				Cubillos, 2020
Flujos	Estrategia de Mercado y Modelo de Transferencia Perfil de la Organización y Desarrollo de Proyecto			INV7, INV8, CSV15	P2a1, P2a2, P5d1	Cubillos, 2020
				INV2, CSV14, CSV31	P1a2, P4d1, P5d3	Cubillos, 2020
Variable			Adaptación Tecnológica	CSV10	P4c1	Cubillos, 2020
			Firma Constructora	INV2	P1b2	Cubillos, 2020
			Índice de Capacidad Tecnológica	N/A	N/A	Cubillos, 2020
			Índice de Dificultades de Innovación	INV11	P2b1	Cubillos, 2020
			Índice de Innovación	N/A	N/A	Rogers, 1962; Bass 1967; Sterman, 2000
			Índice de Nuevo conocimiento	N/A	N/A	Cubillos, 2020
			Nuevo Conocimiento	INV15	P6c4	Cubillos, 2020
			Nuevas Tecnologías	CSV1, CSV2	P4a1, P4a2	Cubillos, 2020
		Personal de Investigación	TTV6, TTV12, TTV13, TTV14	P2d, P2d8, P2d8, P2d10	Cubillos, 2020	

Tabla 62 Identificación de las variables claves del modelo sistémico. Elaboración propia.

¿Cuáles son los principales conceptos que se deben considerar?

Los principales conceptos para considerar son los constructos diseñados en el capítulo dos, estos son:

C1 – Innovación

C2 – Transferencia Tecnológica

C3 – Construcciones Sostenibles

4.2.2.3 *Horizonte de tiempo*

¿Qué tan lejos en el futuro se debe considerar el estudio del problema?

Este estudio considera simular 10 años en el futuro. La razón es que en el año 2030 es el año de medición internacional de los impactos y la implementación de las construcciones sostenible en el sector de la construcción a nivel urbano y arquitectónico.

¿Qué tan lejos en el pasado se encuentran las raíces del problema?

Este estudio considera 13 años en el pasado. Ya que desde el año 2007 se identificaron datos sobre la vivienda social y el uso de diferentes tecnologías para desarrollar su producción (ver la Figura 1 a la Figura 5). Asimismo, en este periodo de tiempo se han implementado diferentes políticas para el impulso de las construcciones sostenibles (ver Tabla 4 a la Tabla 9).

4.2.2.4 *Definición dinámica del problema (Modos de Referencia)*

¿Cuál es el comportamiento histórico de las variables y los conceptos claves del problema?

El comportamiento histórico de la implementación de las tecnologías limpias y las construcciones sostenibles ha sido lento en el sector construcción ver (ver la Figura 2 a la Figura 5).

¿Cuál podría ser su comportamiento en el futuro?

Desde el año 2018 se observa un impulso de diferentes acciones de carácter obligatorio para implementar de manera drástica las tecnologías limpias y las construcciones sostenibles en el sector de la construcción, sin embargo, se observa que para el sector de la vivienda social todas estas acciones son opcionales, lo que supone una baja y lenta implementación en este sector de dichas acciones que para este sector no son obligatorias.

4.2.3 Cuestionario de Variables Soft

Partiendo del planteamiento estudiado en el cuestionario de articulación de Sterman (2000). A continuación, se presenta el cuestionario de variables Soft propuesto por Ortiz et al. (2006). Según los autores, este segundo paso permitió identificar las variables denominadas *Soft* que se definen como “*aquellas variables de la que no se tienen datos numéricos disponibles*” (Ortiz et al., 2006). Al respecto Sterman (2002) destaca la importancia y el valor de incluir variables Soft en un modelo dinámico, según el autor:

- Se deben incluir las variables soft si éstas son importantes para el desarrollo del modelo.
- Se debe realizar una prueba de sensibilidad para considerar los cambios obtenidas con las simulaciones realizadas.
- Es importante usar métodos estadísticos para estimar los parámetros del modelo para replicar los datos históricos.

Con base en los planteamientos de Ortiz et al. (2006) se construyó el cuestionario de variables Soft, el cual está compuesto por dos secciones, organizadas de la siguiente manera: 1)

¿Cuáles son las variables soft presentes en tu problema. 2) ¿Qué datos o información cualitativa puedes identificar?

4.2.3.1 ¿Cuáles son las variables soft presentes en tu problema?

De acuerdo con la identificación de variables del cuestionario de articulación (ver Tabla 62). A continuación, se presentan las variables seleccionadas identificando cuales son cuantitativas y cualitativas (variables soft) según la Tabla 63.

Variables	Tipo
Adaptación Tecnológica	Cuantitativa
Firma Constructora	Cualitativa
Índice de Capacidad Tecnológica	Cuantitativa
Índice de Dificultades de Innovación	Cualitativa
Índice de Innovación	Cuantitativa
Índice de Nuevo conocimiento	Cuantitativa
Nuevo Conocimiento	Cualitativa
Nuevas Tecnologías	Cuantitativa
Personal de Investigación	Cuantitativa

Tabla 63 identificación Variables Soft. Elaboración propia.

4.2.3.2 ¿Qué datos o información cualitativa puedes identificar?

A continuación, la Tabla 64 muestra los tipos de datos asignados a cada una de las variables seleccionadas en la Tabla 62. Asimismo, cruza la clasificación de tipo de variable cualitativa o cuantitativa con el dato de soporte.

Variables	Tipo	Datos
Adaptación Tecnológica	Cuantitativa	Experiencia / Proceso de innovación
Firma Constructora	Cualitativa	Experiencia /capacidades organizacionales
Índice de Capacidad Tecnológica	Cuantitativa	Índice que evidencia el cambio de esta variable en el tiempo.
Índice de Dificultades de Innovación	Cualitativa	Índice que evidencia el cambio de esta variable en el tiempo.
Índice de Innovación	Cuantitativa	Índice que evidencia el cambio de esta variable en el tiempo.
Índice de Nuevo conocimiento	Cuantitativa	Índice que evidencia el cambio de esta variable en el tiempo.
Nuevo Conocimiento	Cualitativa	Incorporación tecnológica / Procesos de transferencia tecnológica.
Nuevas Tecnologías	Cuantitativa	Identificación de aportes / Tipo de tecnología a aplicar / Certificaciones energéticas
Personal de Investigación	Cuantitativa	Experiencia / Proceso de innovación

Tabla 64 identificación de las variables cualitativas. Elaboración propia.

4.2.4 Diagramas causales

Según Sterman (2000) un diagrama causal es una herramienta que permite mostrar la retroalimentación que se presentan entre las variables de un sistema dinámico. En este orden de ideas, este tipo de herramienta permite representar gráficamente la hipótesis y refleja las causas dinámicas del modelo.

Además, según Sterman (2000), un diagrama causal consta de variables conectadas por flechas que denotan las influencias causales entre las variables. Los circuitos de retroalimentación importantes también se identifican en el diagrama.

Esta definición es particularmente importante, ya que un diagrama causal se diferencia de un diagrama de orientación de eventos. Es decir, un diagrama orientado a eventos se basa en la visión tradicional de abstraer y resolver un problema.

En este sentido, conceptualmente evaluamos el estado de los componentes de un problema y luego lo comparamos con nuestros objetivos. Como resultado de este tipo de razonamiento, la diferencia entre lo que deseamos y lo que percibimos define el resultado de nuestro problema. La Figura 68 es un claro ejemplo, de cómo resolveríamos convencionalmente a través de un diagrama orientados a eventos el problema de estudio de esta tesis doctoral.

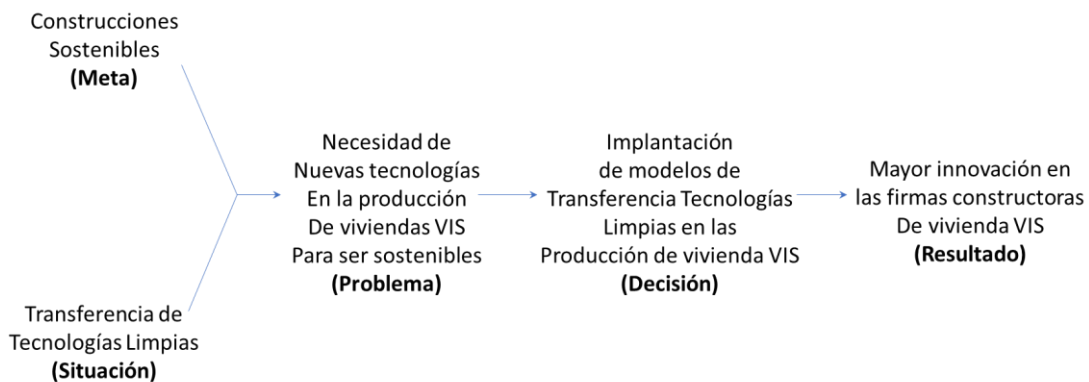


Figura 68. Diagrama de orientación de los eventos. Elaboración propia.

En el caso de un diagrama causal, el problema está compuesto por variables que influyen unas sobre otras y definen los eventos futuros. La acción de una variable puede modificar el estado del sistema. Pero, a esta acción le deviene una reacción que intenta equilibrar las modificaciones producidas. A esta situación la denominaremos retroalimentación.

Por otro lado, lo que se busca con los diagramas causales es identificar la estructura de un sistema y su comportamiento dinámico. A continuación, se presentan los diagramas causales de los tres constructos propuestos en el capítulo dos y validados en el capítulo tres. Para ello se utilizarán las variables definidas anteriormente en los cuestionarios de articulación y variables soft.

4.2.4.1 Diagrama causal constructo 1 – Innovación.

La innovación es el punto de referencia del sistema del constructo 1, la firma constructora toma acciones a partir de la estrategia de mercado y el modelo de transferencia para adquirir nuevo conocimiento y adaptación tecnológica. En esta acción tiene un papel importante el personal de investigación. Como acción contraria se presenta la dificultad de innovar.

Un efecto a corto o mediano plazo es la creación de nuevo conocimiento a través de la adaptación tecnológica. Esto permite, fortalecer el perfil organizacional y el desarrollo de proyectos, lo que a largo plazo disminuye las dificultades de la innovación que se presentan al principio. Este modelo causal se asemeja a un arquetipo de límite de crecimiento (Braun, 2002).

La Figura 69 muestra gráficamente lo anteriormente expuesto. En ella se muestran: 1) Canal – Innovación. 2) Flujo 1 - Estrategia de Mercado y Modelo de Transferencia. 3) Flujo 2 - Perfil de la Organización y Desarrollo de Proyecto. 4) Variables - Adaptación Tecnológica, Índice de Capacidad Tecnológica, Personal de Investigación, Índice de Innovación, Nuevo

Conocimiento, Índice de Nuevo conocimiento, Firma Constructora, Índice de Dificultades de Innovación.

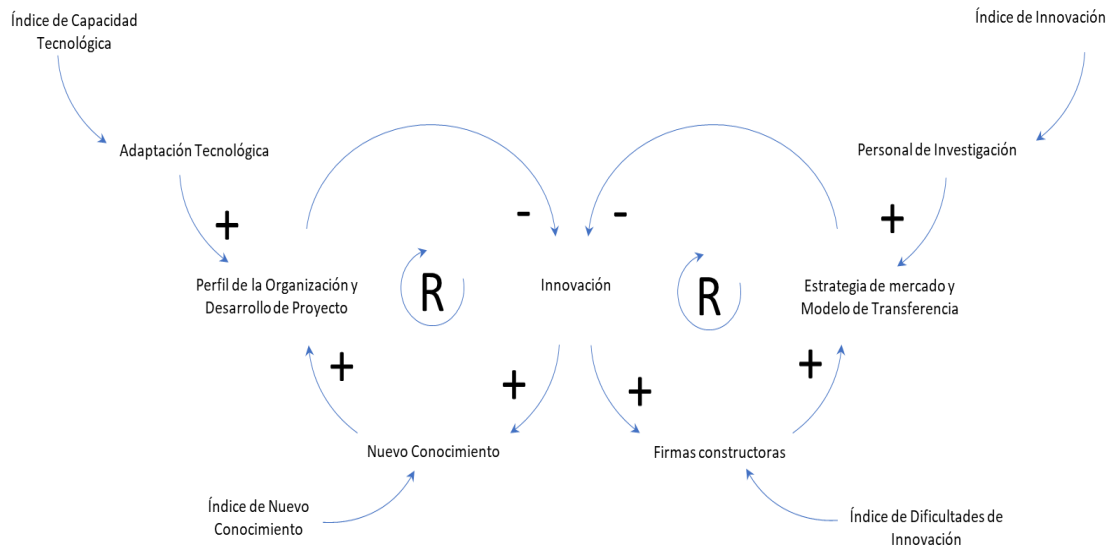


Figura 69. Diagrama causal Constructo 1 - Innovación. Elaboración propia.

4.2.4.2 Diagrama causal constructo 2 – transferencia Tecnológica.

A partir de las experiencias pasadas en adaptación tecnológica, la firma constructora proyecta el perfil de la organización y el desarrollo de proyectos para así proponer una estrategia de transferencia tecnológica que la conduzca a procesos de innovación. Por tanto, es de vital importancia adquirir conocimiento en nuevas tecnologías que le permitan adquirir nuevas competencias en innovación. Este modelo causal se asemeja a un arquetipo de metas erosionadas (Braun, 2002).

La Figura 70 muestra gráficamente lo anteriormente expuesto. En ella se muestran: 1) Canal – Transferencia Tecnológica. 2) Flujo 2 - Perfil de la Organización y Desarrollo de Proyecto. 3) Variables - Adaptación Tecnológica, Índice de Capacidad Tecnológica, Nuevas Tecnologías, Nuevo Conocimiento, Índice de Nuevo conocimiento.

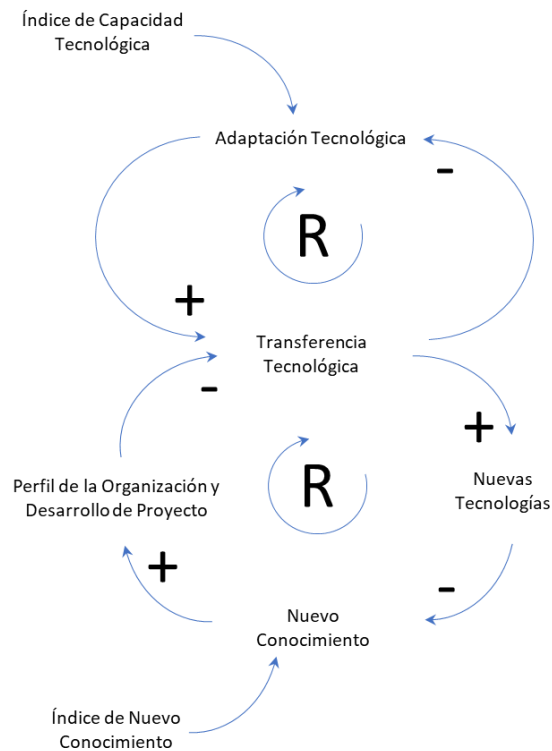


Figura 70. Diagrama causal Constructo 2 – transferencia tecnológica. Elaboración propia.

4.2.4.3 Diagrama causal constructo 3 – Construcciones Sostenibles.

A partir de las experiencias del personal de investigación, la firma constructora propone la Estrategia de Mercado y Modelo de Transferencia, para así producir Construcciones Sostenibles en el mercado y así posicionar la firma constructora en procesos de innovación. Por tanto, el objetivo de la empresa es disminuir las dificultades de innovación por medio de la adaptación de nuevas tecnologías que le permitan adquirir nuevas competencias en innovación. Este modelo causal se asemeja a un arquetipo de metas erosionadas (Braun, 2002).

La Figura 71 muestra gráficamente lo anteriormente expuesto. En ella se muestran: 1) Canal – Construcciones Sostenibles. 2) Flujo 1 - Estrategia de Mercado y Modelo de Transferencia.

3) Variables - Personal de Investigación, Índice de Innovación, Firma Constructora, Índice de Dificultades de Innovación, Nuevas Tecnologías.

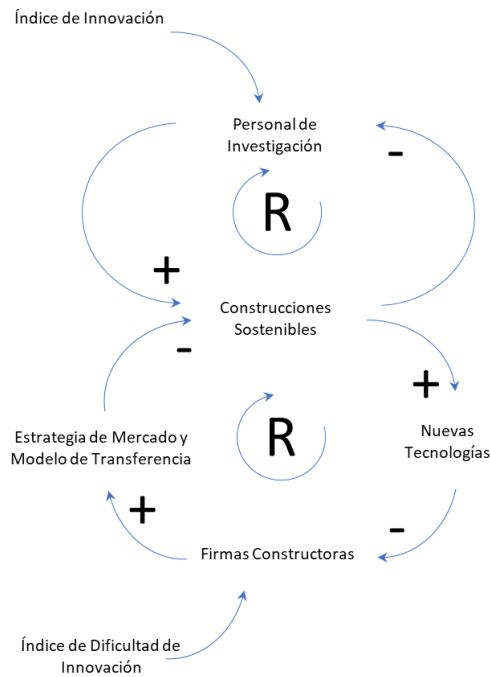


Figura 71. Diagrama causal Constructo 3 – construcciones sostenibles. Elaboración propia.

4.2.5 Modelación y simulación del modelo sistémico

A continuación se muestra el proceso de modelación y simulación del modelo sistémico. Para ello, Se presenta brevemente la formulación de relaciones de manera gráfica. Luego, se presentan los resultados de los escenarios de simulación realizados y finalmente se exponen los resultados de los escenarios afectados por retardos.

4.2.5.1 Formulación de relaciones

De la Figura 72 a la Figura 81 se muestran gráficamente los árboles causales y los árboles de flujo que se diseñaron para el modelo sistémico. Cada árbol muestra las diferentes interacciones del modelo de acuerdo con los diagramas causales. El modelo fue desarrollado en el software Vensim ® Profesional V 8.1.2.

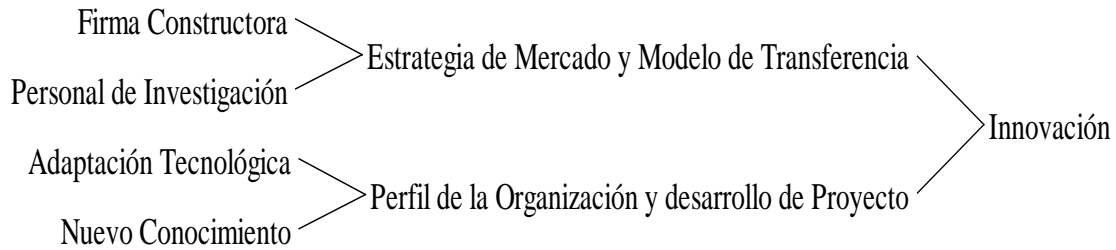


Figura 72. Árbol causal Nivel 1 - Innovación. Vensim 8.1.2

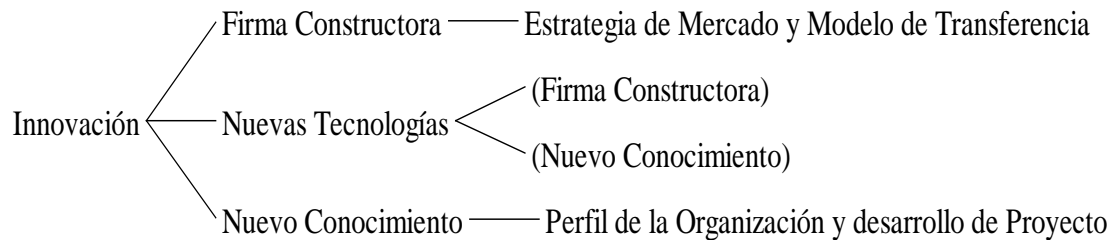


Figura 73. Árbol de flujo Nivel 1 - Innovación. Vensim 8.1.2

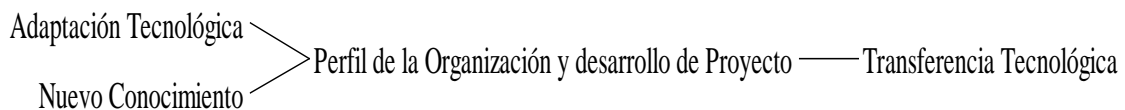


Figura 74. Árbol causal Nivel 2 – Transferencia tecnológica. Vensim 8.1.2

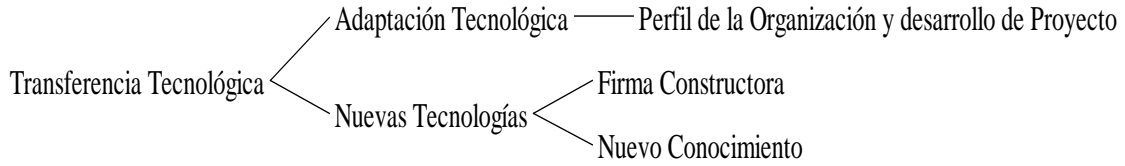


Figura 75. Árbol de flujo Nivel 2 – Transferencia Tecnológica. Vensim 8.1.2



Figura 76. Árbol causal Nivel 3 – Construcciones Sostenibles. Vensim 8.1.2



Figura 77. Árbol de flujo Nivel 3 – Construcciones sostenibles. Vensim 8.1.2

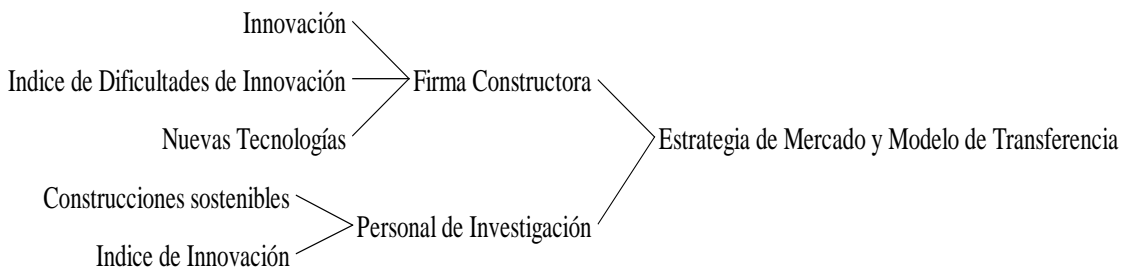


Figura 78. Árbol causal Flujo 1 – Estrategia de Mercado y Modelo de Transferencias. Vensim 8.1.2

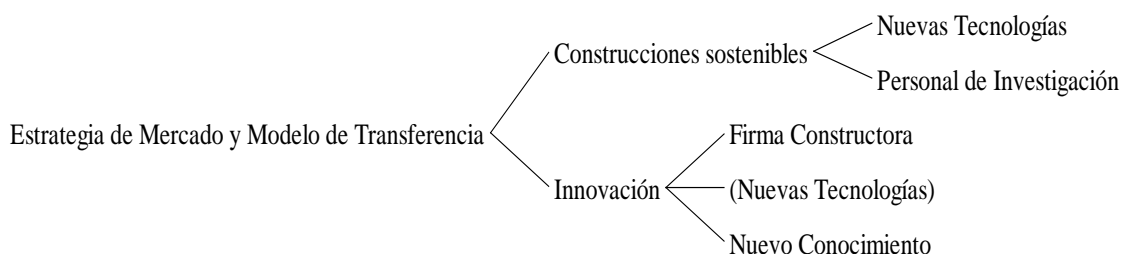


Figura 79. Árbol de flujo Flujo1 – Estrategia de Mercado y Modelo de Transferencia. Vensim 8.1.2

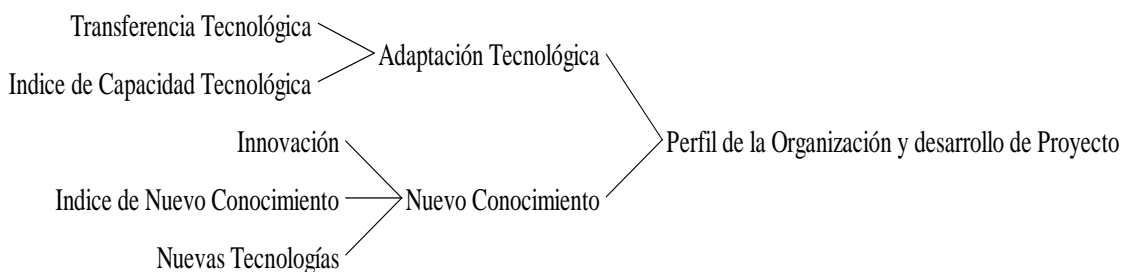


Figura 80. Árbol de flujo Flujo2 – Perfil de la Organización y Desarrollo de Proyecto. Vensim 8.1.2

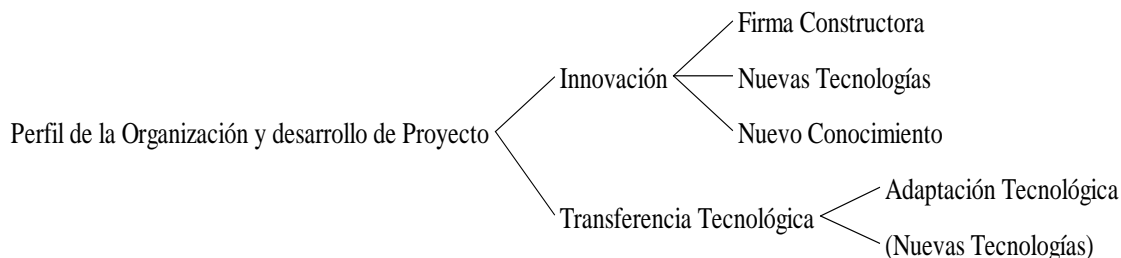


Figura 81. Árbol de flujo Flujo2 – Perfil de la Organización y Desarrollo de Proyecto. Vensim 8.1.2

4.2.6 Simulación del modelo sistémico

Para la realización de las simulaciones se diseñó un modelo sistémico a partir de las variables anteriormente mencionadas. El modelo se organizó sistémicamente en Niveles, flujos y variables según la Tabla 62 y los diagramas causales expuestos en la Figura 69 a la Figura 71. Para la observación del comportamiento dinámico del modelo se realizaron las siguientes formulaciones matemáticas.

4.2.6.1 *Formulación de los Niveles*

Innovación= INTEG (Estrategia de Mercado y Modelo de Transferencia + Perfil de la Organización y Desarrollo de Proyecto, 0)

Transferencia Tecnológica = INTEG (-Perfil de la Organización y Desarrollo de Proyecto, 100)

Construcciones Sostenibles = INTEG (-Estrategia de Mercado y Modelo de Transferencia, 100)

4.2.6.2 *Formulación de los Flujos*

Estrategia de Mercado y Modelo de Transferencia = Firma Constructora + Personal de Investigación

Perfil de la Organización y Desarrollo de Proyecto = Adaptación Tecnológica + Nuevo Conocimiento

4.2.6.3 *Formulación de Variables*

Personal de Investigación = Construcciones sostenibles * Índice de Innovación

Índice de Innovación = 0.07

Adaptación Tecnológica = Transferencia Tecnológica * Índice de Capacidad Tecnológica

Índice de Capacidad Tecnológica = 0.09

Firma Constructora = Índice de Dificultades de Innovación*Innovación*Nuevas Tecnologías

Índice de Dificultades de Innovación = 0.09

Nuevo Conocimiento = Índice de Nuevo Conocimiento*Innovación*Nuevas Tecnologías

Índice de Nuevo Conocimiento = 0.03

Nuevas Tecnologías = (Construcciones Sostenibles + Transferencia Tecnológica) / ((Construcciones Sostenibles + Transferencia Tecnológica) + Innovación)

4.2.7 Diagrama de Forrester

Una vez formulados los diferentes componentes del modelo se procedió a diseñar el modelo sistémico traduciendo los diagramas causales al diagrama de Forrester (2009). La Figura 82 muestra el resultado de la elaboración del diagrama de Forrester que representa el modelo sistémico final.

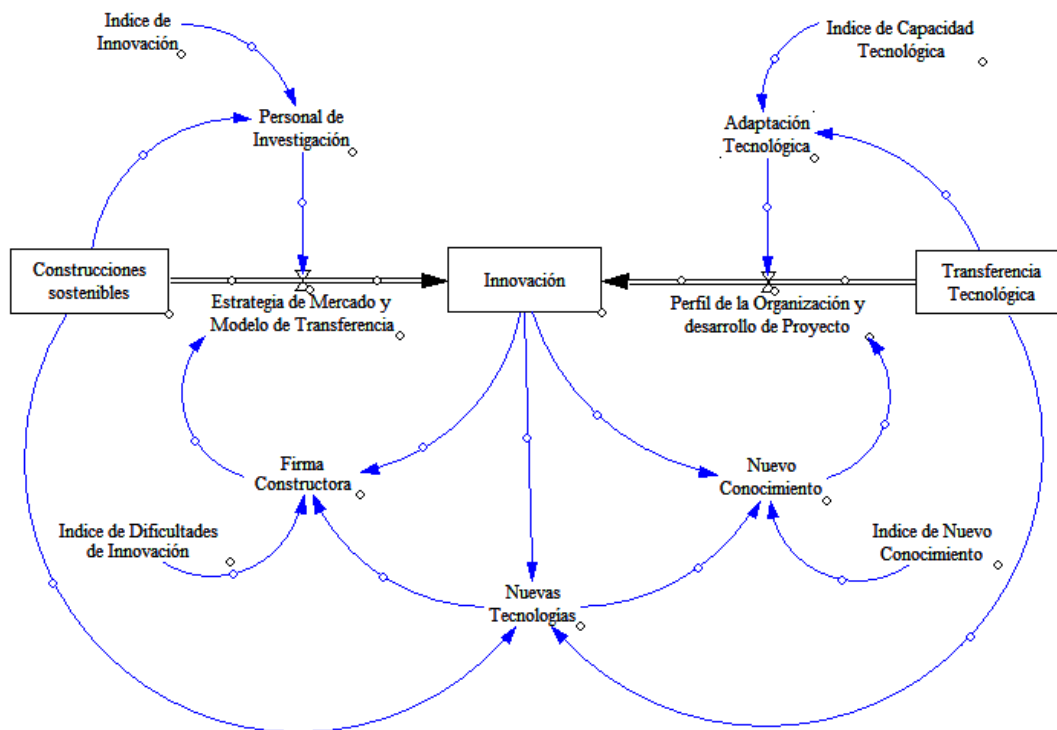


Figura 82. Diagrama de Forrester del Modelo de Dinámica de Sistemas sobre la Transferencia de Tecnologías Limpias en la Vivienda Social. Elaboración propia a partir de la utilización del software Vensim 8.1.2.

4.3 Resultados de las simulaciones del modelo sistémico

Los resultados de las simulaciones se resumieron en 5 tablas resumen (ver Tabla 65 a la Tabla 69 y Figura 83 a la Figura 87). En la Tabla 65 se observa una relación equilibrada entre el proceso de innovación y el proceso de transferencia tecnológica cuando dicha relación es mínima o promedio. Mientras que, la relación se acelera al implementar indicadores máximos en el modelo. En este sentido la transferencia baja y la innovación sube considerablemente. Lo que verifica la relación inversamente proporcional o negativa que se muestra en la Figura 66.

En la Tabla 66 se ve que la implementación de procesos de innovación impulsa la aceptación de las construcciones sostenibles en las firmas constructoras. Se observa que esta relación es equilibrada y no presenta mayores diferencias entre sus máximos y mínimos. En la Tabla 67 se evidencia que el proceso de innovación es alto frente a la estrategia de mercado y el modelo de transferencia.

El tiempo de adaptación de las firmas constructoras en VIS esta entre cuatro a siete años. En la Tabla 68 se muestra que el comportamiento del perfil de la organización es similar al de la estrategia de mercado y el modelo de transferencia. Por tanto, se infiere que esta relación entre flujos es directamente proporcional. Finalmente, la Tabla 69 confirma esta relación.

Resultado 1 - Innovación / Transferencia Tecnológica								
Ítem	C1 Innovación	C2 Transferencia Tecnológica	Año de cruce	Tiempo Total (años)	Tiempo de Evaluación Tecnológica (años)	Tiempo de Adaptación Tecnológica (años)	Tiempo de Final del Proceso de Innovación	Año Final del Proceso de Innovación
Mínimo	56%	61%	2029	9	1	8	7	2036
Promedio	55%	62%	2024	4	1	3	3	2027
Máximo	70%	40%	2022	2	0,60	1,40	3	2025

Tabla 65 Resultado 1 – innovación / Transferencia Tecnológica

Resultado 2 - Innovación / Construcciones sostenibles								
Ítem	C1 Innovación	C3 Construcciones Sostenibles	Año de cruce	Tiempo Total (años)	Tiempo de Evaluación Tecnológica (años)	Tiempo de Adaptación Tecnológica (años)	Tiempo de Final del Proceso de Innovación	Año Final del Proceso de Innovación
Mínimo	62%	79%	2036	16	1	15	0	2036
Promedio	70%	75%	2025	5	1	4	2	2027
Máximo	64%	78%	2023	3	1,00	3,00	1	2024

Tabla 66 Resultado 2 – innovación / Construcciones sostenibles

Resultado 3 - Innovación / Flujo 1

Ítem	C1 Innovación	Flujo 1	Año de cruce	Tiempo Total (años)	Tiempo de Evaluación Tecnológica (años)	Tiempo de Adaptación Tecnológica (años)	Tiempo de Final del Proceso de Innovación	Año Final del Proceso de Innovación
Mínimo	50%	2%	2028	8	1	7	8	2036
Promedio	84%	7%	2026	6	1	5	1	2027
Máximo	87%	10%	2025	5	1	4	0	2025

Flujo 1 = Estrategia de Mercado y Modelo de Transferencia

Tabla 67 Resultado 3 Innovación Flujo 1

Resultado 4 - Innovación / Flujo 2

Ítem	C1 Innovación	Flujo 2	Año de cruce	Tiempo Total (años)	Tiempo de Evaluación Tecnológica (años)	Tiempo de Adaptación Tecnológica (años)	Tiempo de Final del Proceso de Innovación	Año Final del Proceso de Innovación
Mínimo	50%	3%	2029	9	1	8	7	2036
Promedio	84%	8%	2026	6	1	5	1	2027
Máximo	87%	11%	2028	8	1	7	0	2025

Flujo 2 = Perfil de la Organización y Desarrollo de Proyecto

Tabla 68 Resultado 4 Innovación / Flujo 2

Resultado 5 - Flujo 1 / Flujo 2

Ítem	Flujo 1	Flujo 2	Año de cruce	Tiempo Total (años)	Tiempo de Evaluación Tecnológica (años)	Tiempo de Adaptación Tecnológica (años)	Tiempo de Final del Proceso de Innovación	Año Final del Proceso de Innovación
Mínimo	2%	3%	2033	13	1	12	3	2036
Promedio	7%	8%	2026	6	1	5	1	2027
Máximo	10%	11%	2024	4	1	3	0	2025

Flujo 1 = Estrategia de Mercado y Modelo de Transferencia

Flujo 2 = Perfil de la Organización y Desarrollo de Proyecto

Tabla 69 Resultado 5 Flujo 1 / Flujo 2

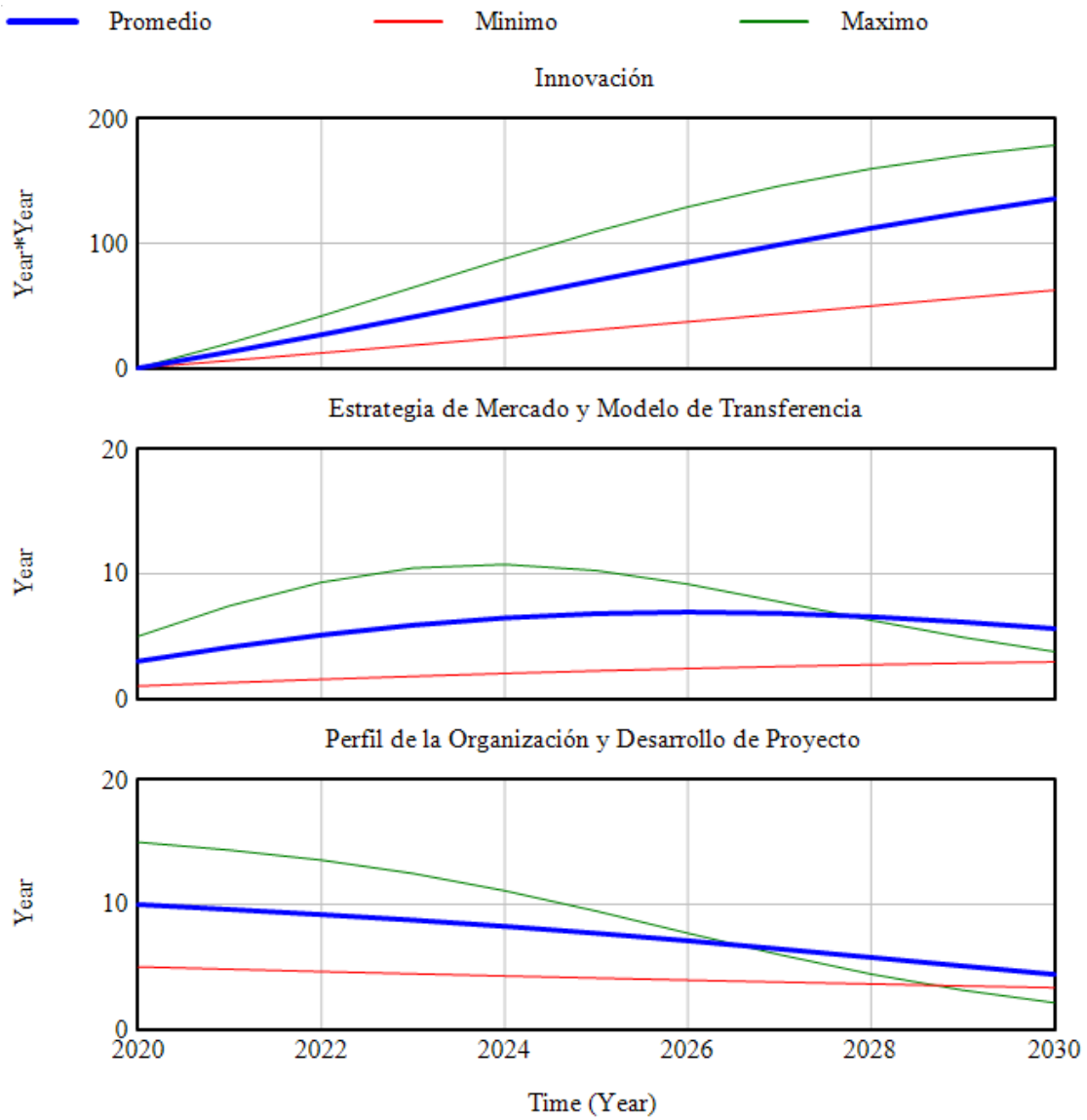


Figura 83 Resultados gráficos del comportamiento del constructo 1 innovación. Elaboración propia a partir de la utilización del software Vensim 8.1.2.

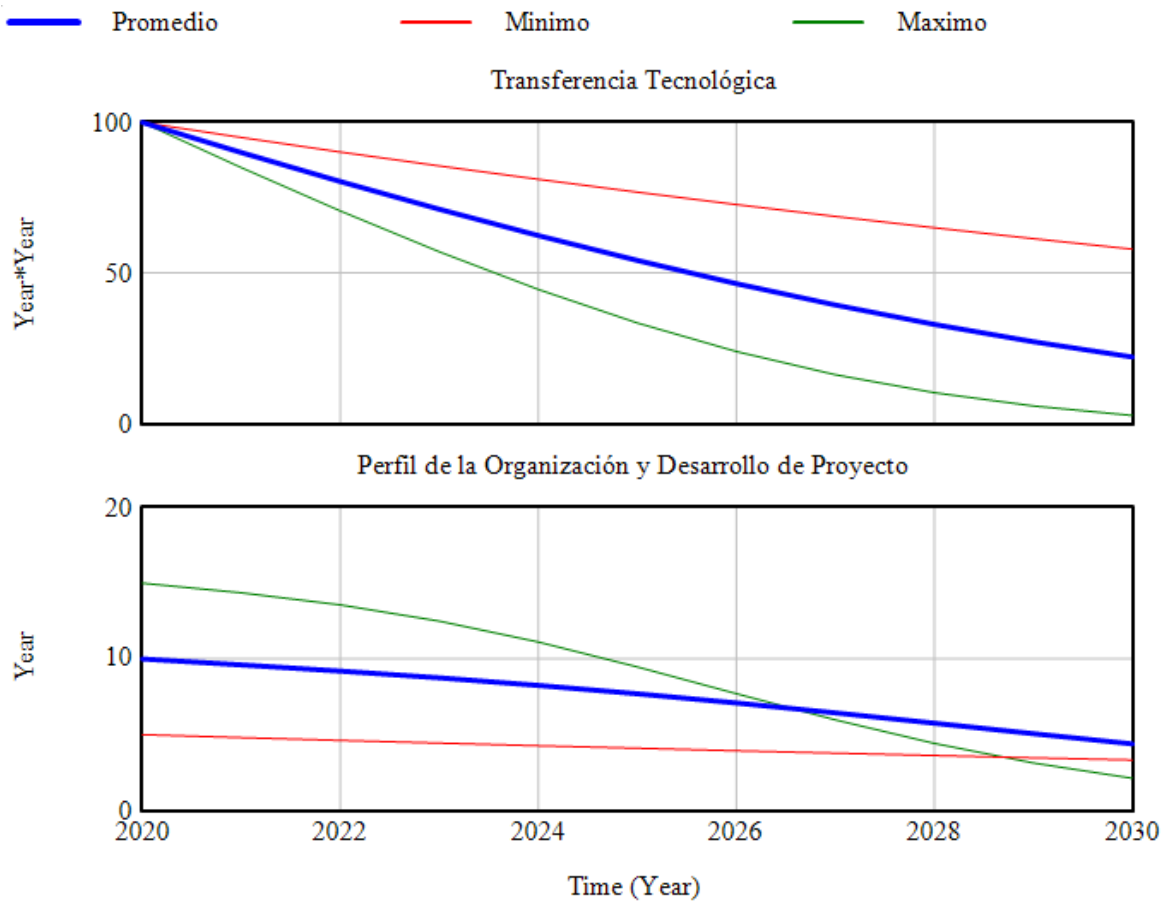


Figura 84 Resultados gráficos del comportamiento del constructo 2 Transferencia Tecnológica. Elaboración propia a partir de la utilización del software Vensim 8.1.2.

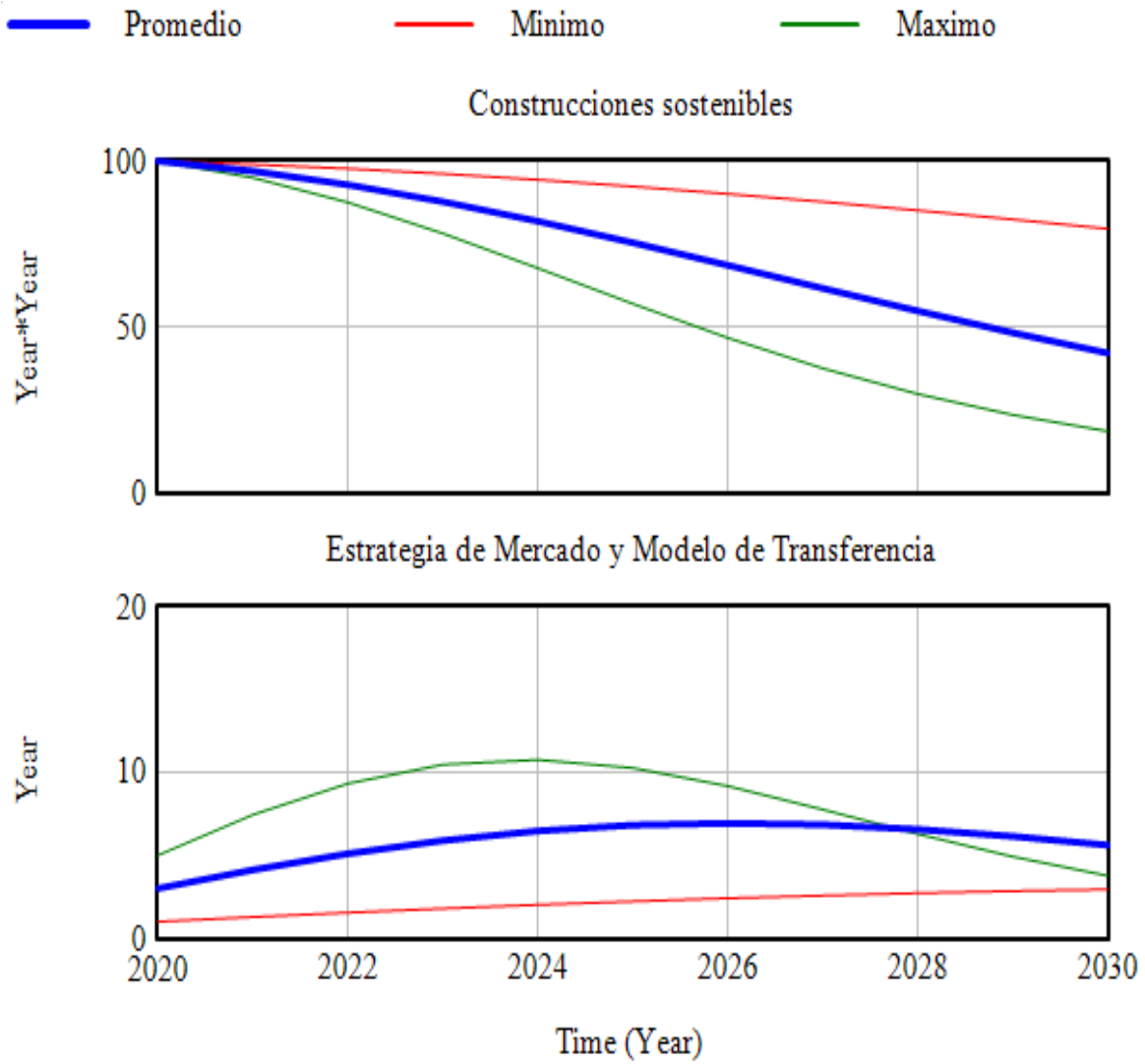


Figura 85 Resultados gráficos del comportamiento del constructo 3 Construcciones sostenibles. Elaboración propia a partir de la utilización del software Vensim 8.1.2.

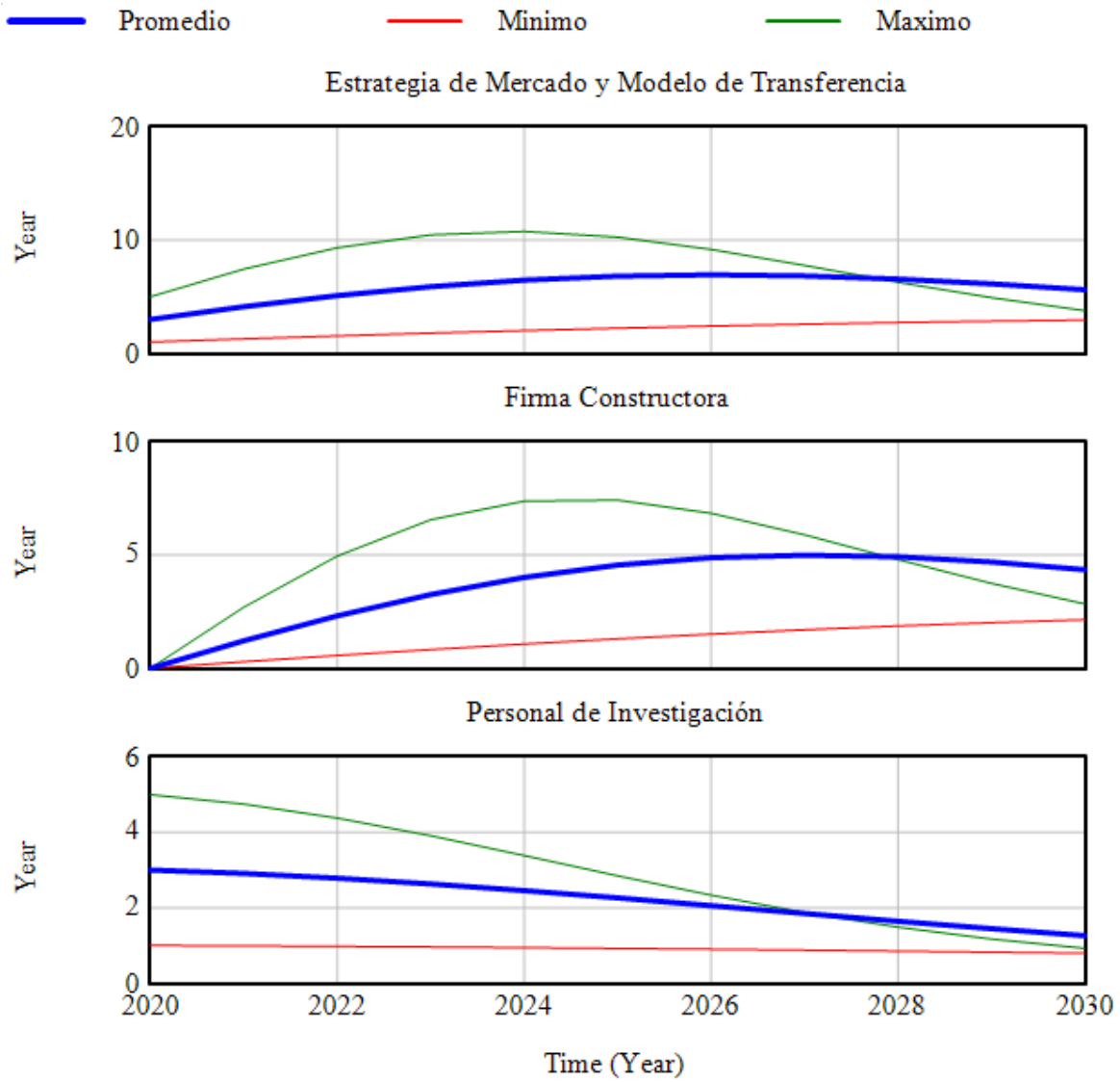


Figura 86 Resultados gráficos del comportamiento del Flujo 1 estrategia de Mercado y Modelo de Transferencia .
Elaboración propia a partir de la utilización del software Vensim 8.1.2.

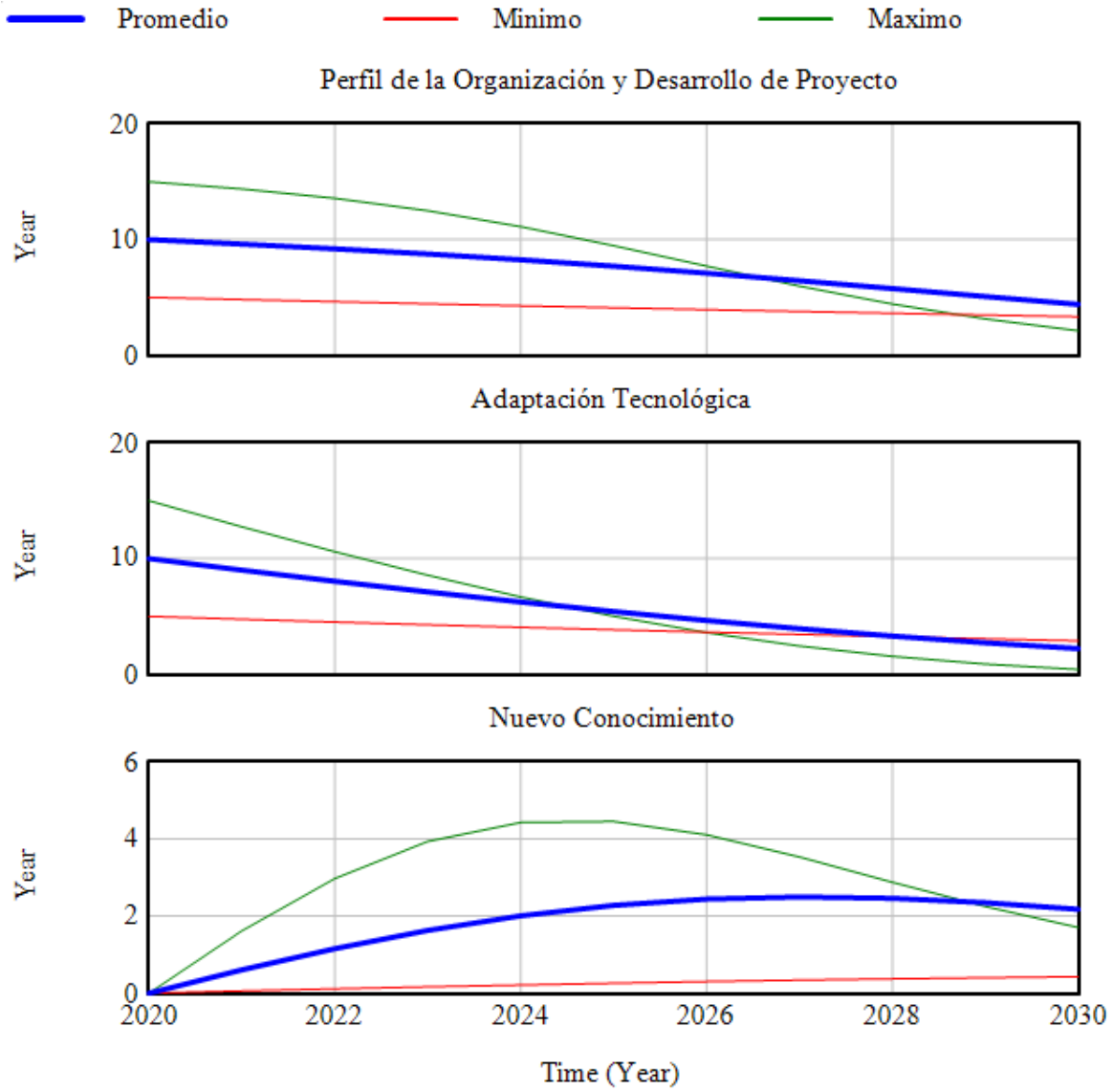


Figura 87 Resultados gráficos del comportamiento del Flujo 2 Perfil de la Organización y Desarrollo de Proyecto. Elaboración propia a partir de la utilización del software Vensim 8.1.2.

4.3.1 Retardos

Según Sterman (2000) los retardos son sucesos dinámicos cercanos a la estructura de un sistema. Estos pueden dar luz respecto del comportamiento de las diferentes variables que lo constituyen. En este sentido, se utilizó el recurso de los retardos para observar el comportamiento del modelo a diferentes retrasos.

Por regla general la observación de los retrasos se efectúa sobre los flujos, aunque si se requiere se puede observar diferentes variables de un modelo y su comportamiento a un retraso. Para el caso del modelo de estudio por ser un modelo sencillo y las variables observadas estudian elementos que representan información se eligió un retardo de primer orden.

Teniendo en cuenta los datos aplicados al modelo se seleccionó un retardo de primer grado el cual fue aplicado a los dos flujos que componen el modelo. Esto se realizó con el objetivo de identificar las expectativas adaptativas de la innovación al ser aplicadas a una estrategia de mercado y un modelo de transferencia a un perfil organizacional y al desarrollo de un proyecto. En este caso un retraso de primer orden en el modelo permite identificar el ajuste gradual de la percepción que una firma constructora tiene sobre la innovación.

En este caso los constructos C3 – Construcciones sostenibles y C2 – Transferencia Tecnológica afectan la trasmisión de la información hacia el constructo C1 – innovación y por tanto pueden afectar su resultado. Para ello se utilizaron los datos de la encuesta relacionados con el tiempo de evaluación de la tecnología.

En este caso se determinó un dato promedio de 6 meses para la adaptación de una tecnología limpia. Retraso que se aplicó al flujo 2 – Perfil organizacional y Desarrollo de Proyecto. Mientras que para la evaluación se utilizaras un dato promedio de 3 meses para la evaluación

de dicha tecnología. Retraso que se aplicara al flujo 1 – estrategia de Mercado y Modelo de transferencia.

A continuación, se presenta las fórmulas de primer orden aplicadas a los flujos uno y dos del modelo sistémico.

Formulación flujo 1 - Estrategia de Mercado y Modelo de Transferencia

$DELAY1((Firma Constructora + Personal de Investigación),3)$

Formulación flujo 2 - Perfil de la Organización y Desarrollo de Proyecto

$DELAY1((Adaptación Tecnológica + Nuevo Conocimiento),6)$

Como resultado de aplicar los retardos en el flujo 1 se observa que el retardo dilata el proceso de estrategia de mercado y modelo de transferencia, pero se mantiene dentro del periodo de observación de la simulación. Asimismo, se observa que el comportamiento de los datos tiende a concentrarse en este periodo de tiempo.

Lo que significa que a medida que aumentan los indicadores, mayor es la concentración de la información a pesar del retardo producido. Lo que implica que las evaluaciones de las tecnologías limpias en las firmas constructoras de VIS toman mucho tiempo en ser aceptadas por la organización (ver Figura 88 y Figura 89).

Por otro lado, en el caso del flujo 2 sucede todo lo contrario, el proceso de aceptación tecnológica se dilata en el tiempo. Por lo que se infiere que se presenta una resistencia a la aceptación tecnológica por parte del personal de la organización.

Esto implica además, que los procesos de innovación se retrasan y que su impacto será mínimo en la organización. Asimismo, este mismo retraso alarga los procesos de implementación de las construcciones sostenibles en la organización (ver Figura 88 Figura 90 y Figura 91).

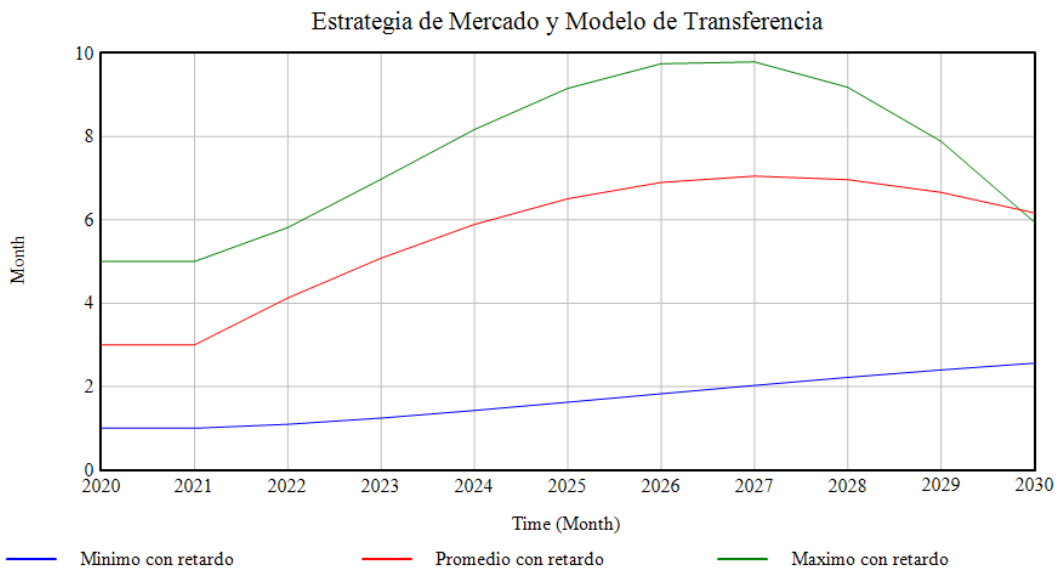


Figura 88 Retraso de la evaluación de una tecnología limpia aplicado al flujo 1 Estrategia de Mercado y Modelo de Transferencia

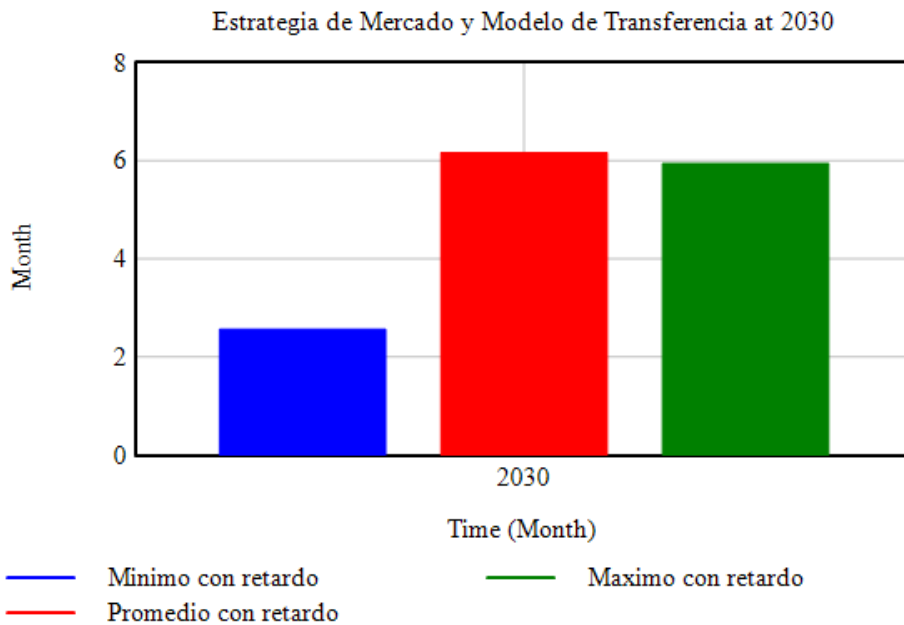


Figura 89 Gráfica de barras del Retraso de la adaptación de una tecnología limpia aplicado al flujo 1 Estrategia de Mercado y Modelo de Transferencia.

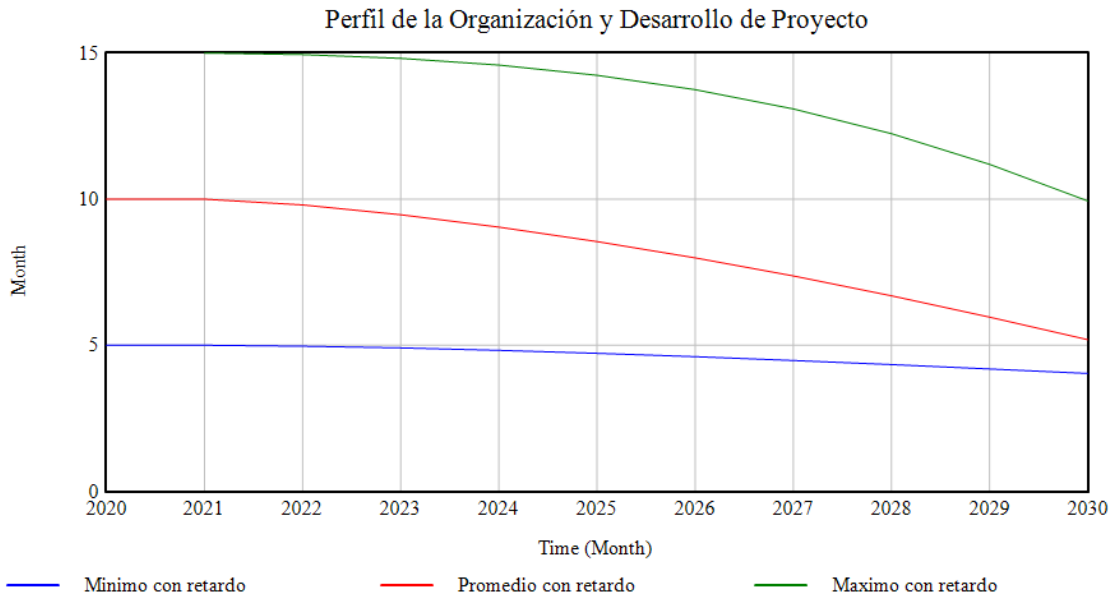


Figura 90 Retraso de la adaptación de una tecnología limpia aplicado al flujo 2 Perfil Organizacional y Desarrollo de proyecto.

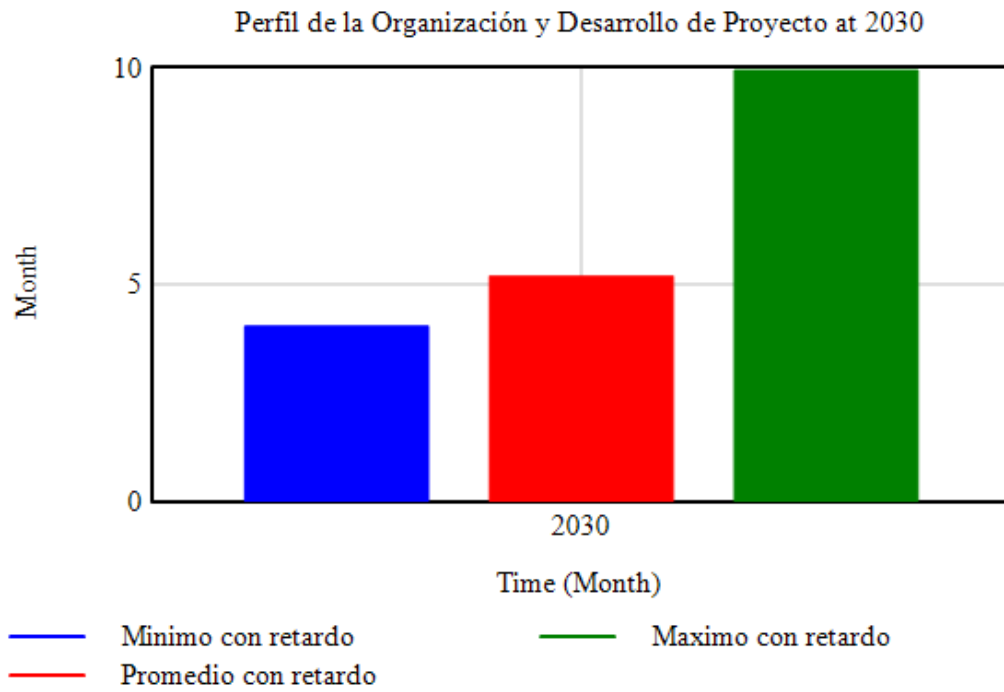


Figura 91 Gráfica de barras del Retraso de la adaptación de una tecnología limpia aplicado al flujo 2 Perfil Organizacional y Desarrollo de proyecto.

4.3.2 Validación del modelo sistémico

Para la validación del modelo se realizaron dos pruebas. La primera fue la prueba de sensibilidad y la segunda la prueba de transparencia. Una prueba de sensibilidad tiene como objetivo identificar los cambios que sufren las variables al introducir rangos de datos a los índices del modelo. Esto permite observar que tan perceptible es el modelo a cambios en el comportamiento de los datos (Canto & Morilla, 2005; SyntheSim, 2002).

Por otro lado, una prueba de transparencia evalúa la calidad y pertinencia del modelo propuesto. Permitiendo identificar los componentes básicos del modelo y su estructura (Martinez-Moyano, 2012; Oliva R., 2002). A continuación se presenta primero los resultados de la prueba de sensibilidad y luego los de la prueba de transparencia.

4.3.3 Test de Sensibilidad

Para realizar la prueba de sensibilidad se consolidaron los datos de respuesta de la encuesta y se ponderaron identificando su peso. De acuerdo con el diseño del modelo sistémico se establecieron cuatro indicadores: 1) Índice de Innovación. 2) Índice de Capacidad Tecnológica. 3) Índice de Dificultades de Innovación. 4) Índice de Nuevo Conocimiento. La Tabla 70 muestra el rango de datos de los índices para la prueba de sensibilidad. Mientras que la Figura 92 a la Figura 99 muestra gráficamente los resultados de las pruebas de sensibilidad. La prueba se realizó aplicando los índices a los flujos del modelo.

Índice de Innovación		Índice de Capacidad Tecnológica	
Ítem	Indicador	Ítem	Indicador
Máximo	0,05	Máximo	0,015
promedio	0,03	promedio	0,10
Mínimo	0,01	Mínimo	0,05

Índice de Dificultad de Innovación		Índice de Nuevo Conocimiento	
Ítem	Indicador	Ítem	Indicador
Máximo	0,15	Máximo	0,09
promedio	0,10	promedio	0,05
Mínimo	0,05	Mínimo	0,01

Tabla 70 Índices de sensibilidad del modelo sistémico. Elaboración Propia.

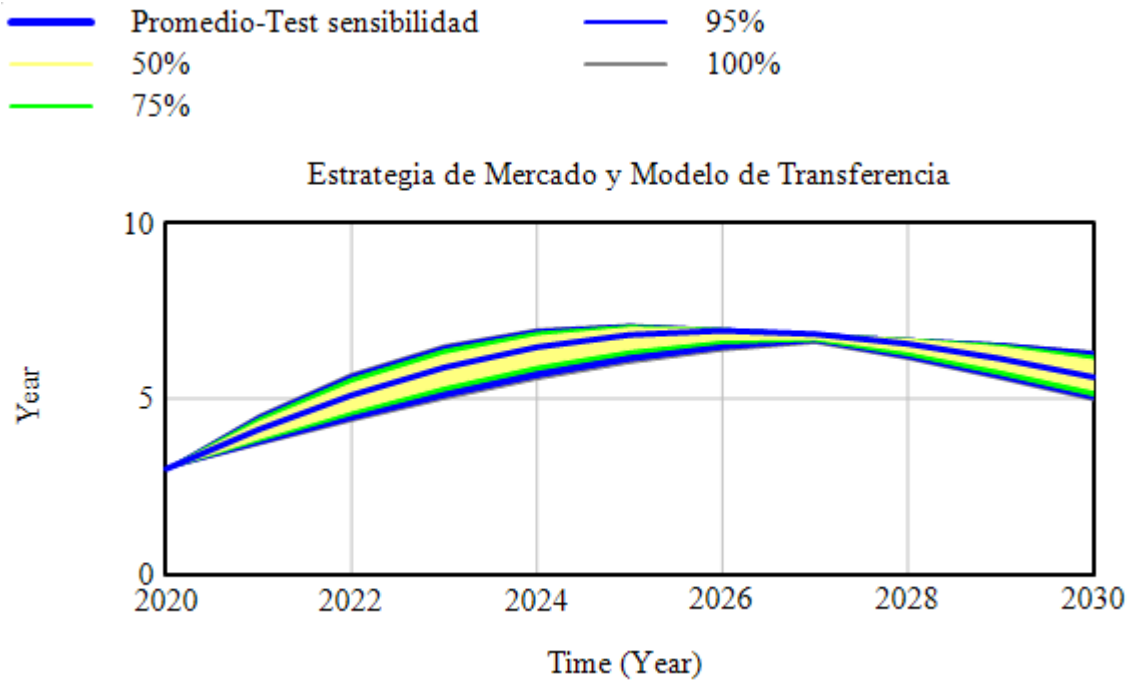


Figura 92 Resultados de la prueba de sensibilidad del índice de capacidad tecnológica sobre el Flujo 1 Estrategia de Mercado y Transferencia Tecnológica. Elaboración propia a partir de la utilización del software Vensim 8.1.2.

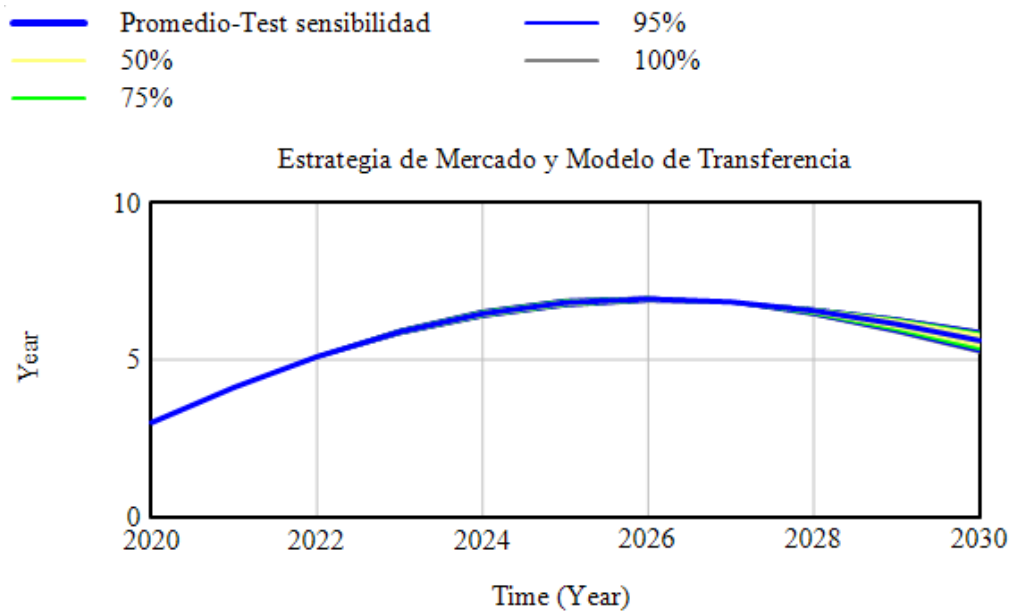


Figura 93 Resultados de la prueba de sensibilidad del índice de nuevo conocimiento sobre el Flujo 1 Estrategia de Mercado y Transferencia Tecnológica. Elaboración propia a partir de la utilización del software Vensim 8.1.2.

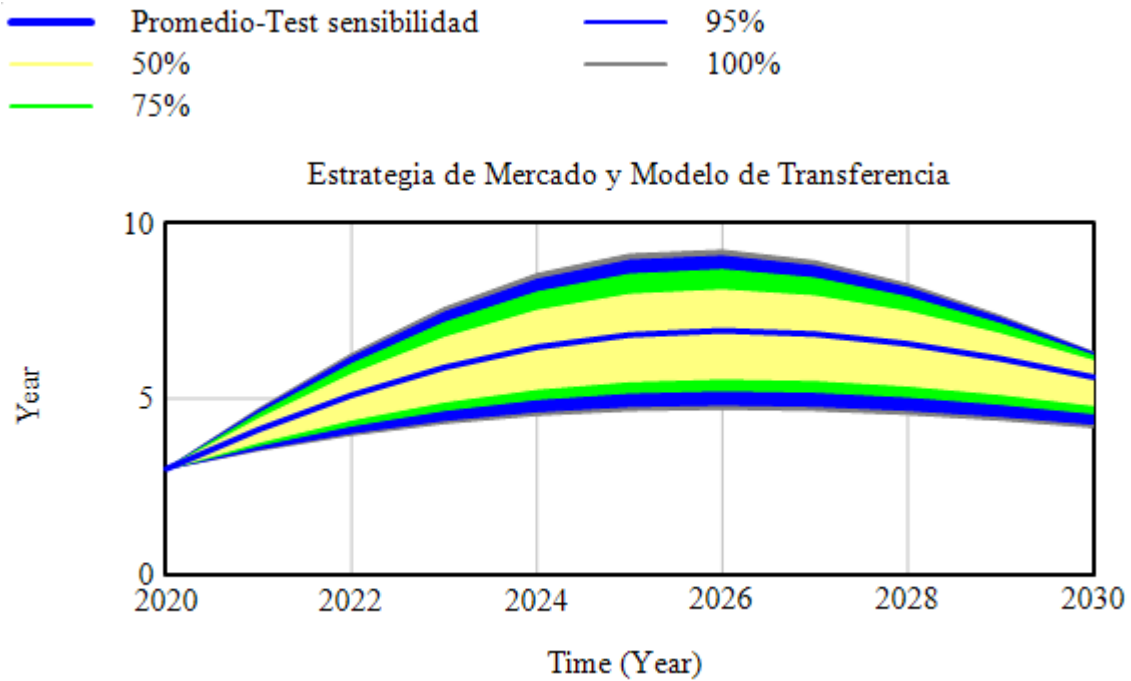


Figura 94 Resultados de la prueba de sensibilidad del índice de dificultad de innovación sobre el Flujo 1 Estrategia de Mercado y Transferencia Tecnológica. Elaboración propia a partir de la utilización del software Vensim 8.1.2.

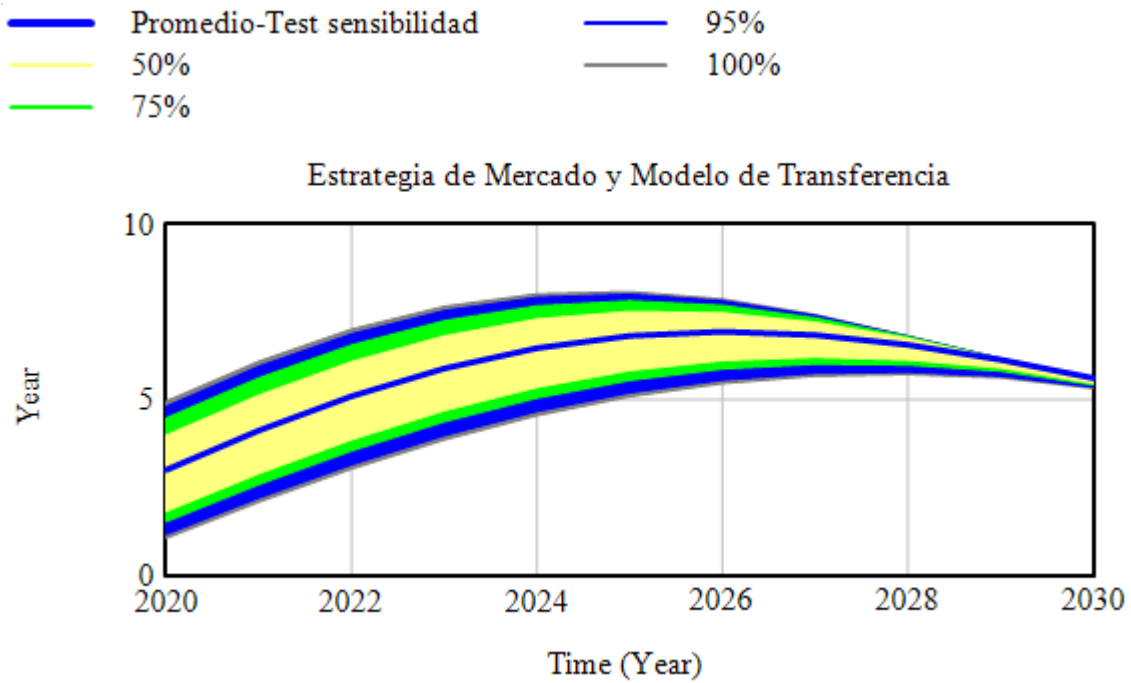


Figura 95 Resultados de la prueba de sensibilidad del índice de Innovación sobre el Flujo 1 Estrategia de Mercado y Transferencia Tecnológica. Elaboración propia a partir de la utilización del software Vensim 8.1.2.

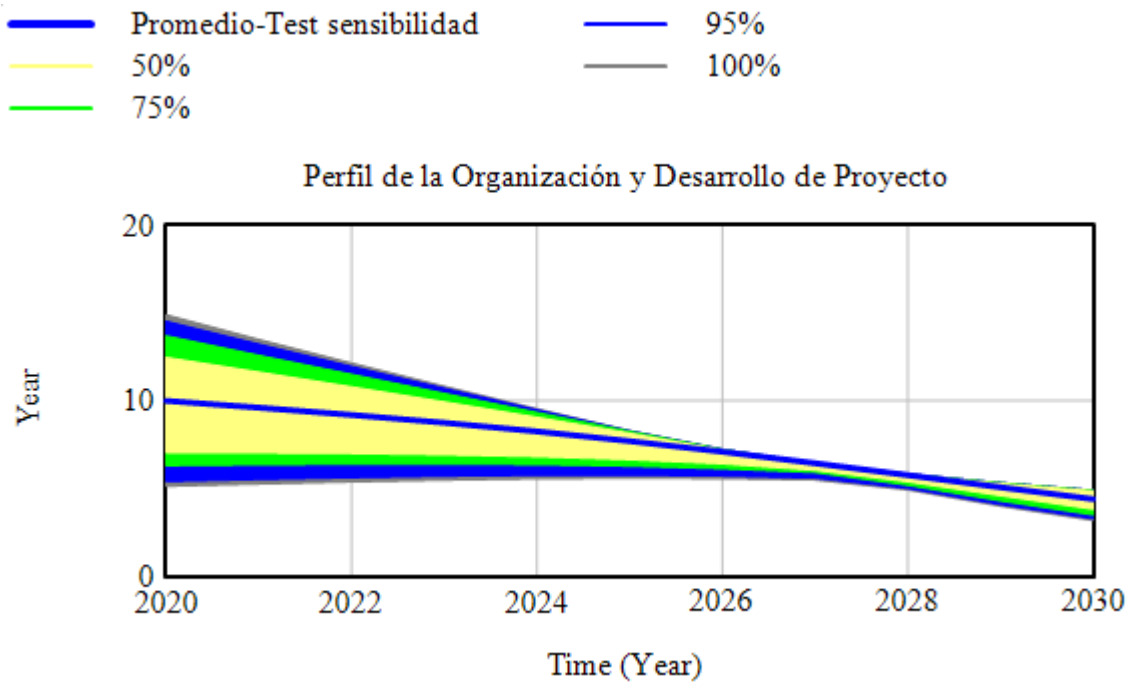


Figura 96 Resultados de la prueba de sensibilidad del índice de capacidad tecnológica sobre el Flujo 2 Perfil de la Organización y Desarrollo del Proyecto. Elaboración propia a partir de la utilización del software Vensim 8.1.2.

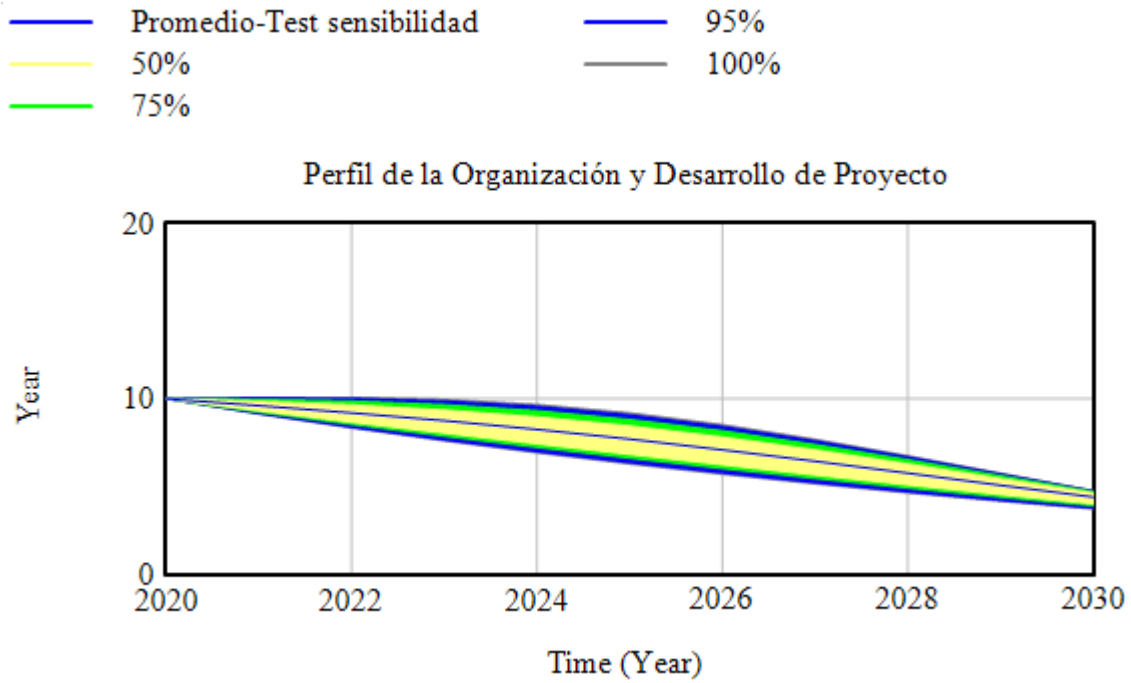


Figura 97 Resultados de la prueba de sensibilidad del índice de conocimiento sobre el Flujo 2 Perfil de la Organización y Desarrollo del Proyecto. Elaboración propia a partir de la utilización del software Vensim 8.1.2.

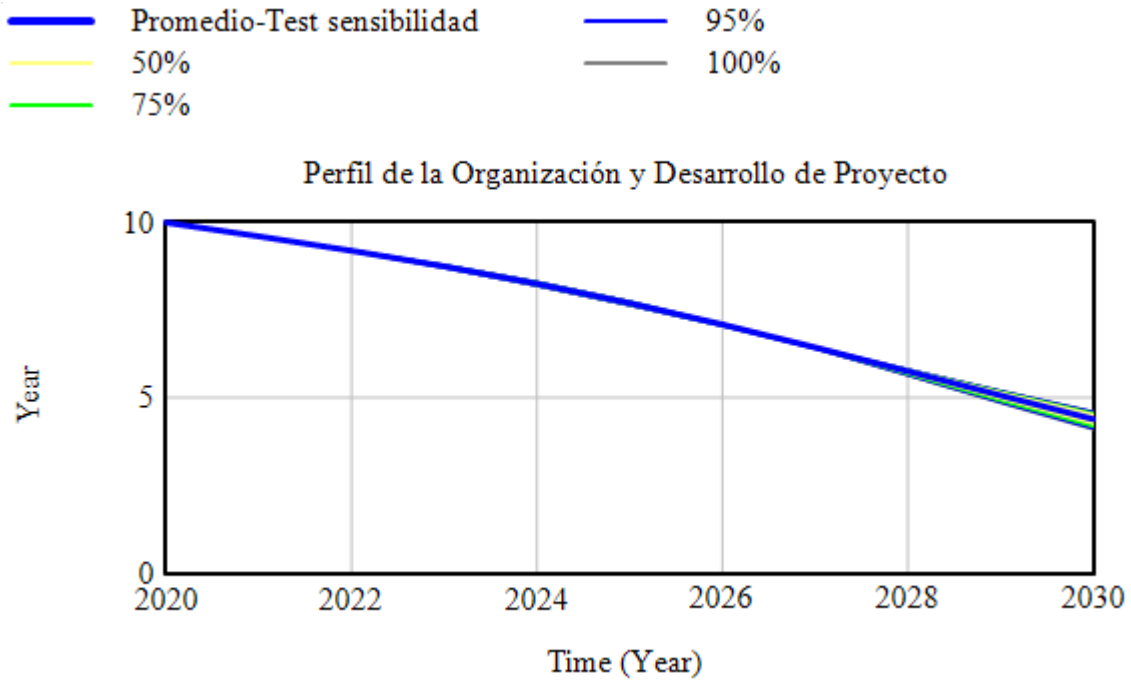


Figura 98 Resultados de la prueba de sensibilidad del índice de dificultad de innovación sobre el Flujo 2 Perfil de la Organización y Desarrollo del Proyecto. Elaboración propia a partir de la utilización del software Vensim 8.1.2.

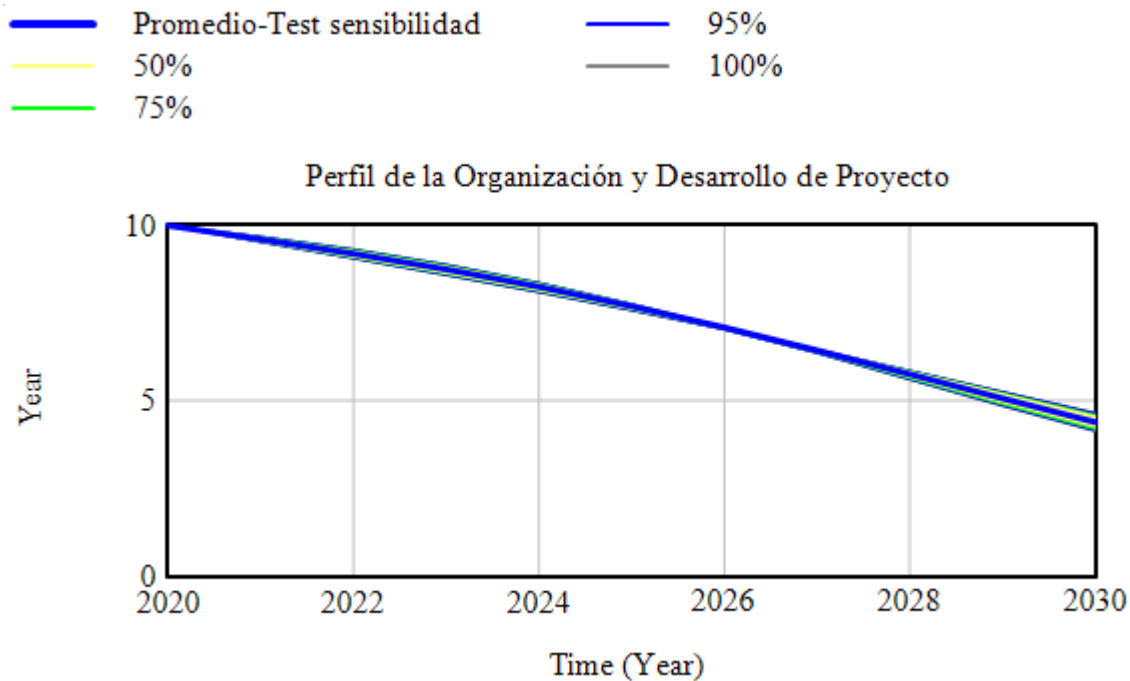


Figura 99 Resultados de la prueba de sensibilidad del índice de Innovación sobre el Flujo 2 Perfil de la Organización y Desarrollo del Proyecto. Elaboración propia a partir de la utilización del software Vensim 8.1.2.

4.4 Resultados Índices sobre flujo 1

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de la prueba de sensibilidad aplicada entre los indicadores y el flujo 1 del modelo.

4.4.1 Índice de capacidad tecnológica

La prueba muestra una sensibilidad media que tiende a ser sensible entre los periodos de tiempo del año 2021 al año 2025 y del año 2028 al 2030. Además se evidencia un periodo de alta sensibilidad entre el año 2022 al 2024.

4.4.2 Índice de nuevo conocimiento

En el caso del índice de nuevo conocimiento, la prueba muestra que es muy baja la sensibilidad del flujo a esta variable. Se presenta una pequeña incidencia hacia final del periodo entre el año 2029 al año 2030.

4.4.3 Índice de dificultades de Innovación

En el caso particular la prueba muestra un gran impacto del índice de dificultades de innovación en la estrategia de mercado y el Modelo de Transferencia. Lo que indica que las barreras limitan considerablemente la implementación de estos dos flujos en el modelo. Es particularmente sensible el periodo comprendido entre el año 2024 y el año 2028.

4.4.4 Índice de innovación.

Asimismo, el índice de innovación refleja las grandes oportunidades que implica la adaptación de proceso de innovación en las firmas constructoras de VIS. La sensibilidad refleja un periodo largo de ocho años entre el año 2020 al año 2028.

4.5 Resultados Índices sobre Flujo 2

En seguida, se presentan los resultados obtenidos de la prueba de sensibilidad aplicada entre los indicadores y el flujo 2 del modelo.

4.5.1 Índice de capacidad tecnológica

La prueba refleja que el índice de capacidad tecnológica es sensible al inicio del periodo entre el año 2020 al año 2026. Año en el que la capacidad tecnológica va perdiendo influencia en el perfil de la organización y el desarrollo de proyectos. Se observa que los primeros cuatro años (2020-2024) la capacidad tecnológica es un impulsor de la organización. Dándole capacidades que le permiten innovar.

4.5.2 Índice de nuevo conocimiento

Se observa que el índice de conocimiento tiene un impacto moderado en el perfil organizacional y el desarrollo de proyectos. Su periodo más sensible al cambio se encuentra entre el año 2022 y el año 2028. Lo que indica que es necesario tener en cuenta una buena

gestión de conocimiento que permita capitalizar las experiencias ganadas en los procesos e innovación en las firmas de construcción VIS.

4.5.3 Índice de dificultades de Innovación

La prueba muestra que el índice de dificultades de innovación tiene un impacto bajo en el perfil organizacional y el desarrollo del proyecto. Esto se debe a que según se identificó en la encuesta para las firmas constructoras es relativamente fácil los procesos de aceptación y adaptación tecnológica.

4.5.4 Índice de innovación.

En este sentido la prueba refleja una baja influencia de los procesos de innovación en el perfil organizacional y el desarrollo de proyectos. Esto debido a que dentro de las firmas constructoras de VIS el proceso de innovación, la estrategia de mercado y el modelo de transferencia, se perciben como procesos independientes.

4.5.5 Test de Transparencia

Según Martínez-Moyano (2012) la realización de un test de transparencia facilita el estudio de los elementos del modelo. Por tanto según el autor, la transparencia es una particularidad importante de los modelos de Dinámica de Sistemas, porque permite utilizarlos para comprender las relaciones y datos utilizados en el modelo.

Entonces, la transparencia del modelo es un mecanismo central en la práctica del buen modelado. A continuación en la Tabla 71 y la Tabla 72 se presentan el resumen de los resultados de la prueba de transparencia realizado por medio del software SDM-Doc tool (Oliva R., 2002).

Información del modelo	Resultado
<u>Número total de variables</u>	18
<u>Número total de variables estatales</u>	5 (27,8%)
<u>Número total de existencias</u>	3 (16,7%)
<u>Número total de bucles de retroalimentación Sin IVV (longitud máxima: 30) [3, 7]</u>	10 (2 8 0)
<u>Número total de enlaces causales</u>	22 (19 3 0)
<u>Número de unidades utilizadas en el modelo (básico / combinado)</u>	3/0
<u>Variables unitarias adimensionales</u>	1 (5,6%)
<u>Variables sin valores mínimos o máximos predefinidos</u>	14 (77,8%)
Unidad de tiempo	Mes
Tiempo inicial	2020
Tiempo final	2030
Intervalo de tiempo informado	TIME STEP
Time Step	1
El modelo está completamente formulado	Si

Tabla 71 Prueba de transparencia – Información del modelo. Software SDM-Doc Tool (Oliva R., 2002)

Tipos de variables

L : Nivel (3/3) *	SM : Smooth (0/ 0)	DE : Retardo (2/ 2)	LI : Nivel inicial (0)	I : Inicial (0/ 0)
C : constante (7/7)	F : Flow (2/ 2)	A : auxiliar (8/ 8)	Sub : subíndices (0)	D : Datos (0/0)

Tabla 72 Prueba de transparencia – tipo de variables. Software SDM-Doc Tool (Oliva R., 2002)

En síntesis, se observa que el modelo es consistente y coherente en su estructura. Es de anotar que este es un modelo simplificado y puede desarrollarse con una mayor complejidad.

4.6 Conclusiones del capítulo 4

En este capítulo se diseñó un modelo sistémico que explica la dinámica de la transferencia de la tecnología limpia en la vivienda social. Para el desarrollo de este modelo se utilizó una síntesis metodológica que reúne a los principales exponentes del método de dinámica de sistemas. El método estuvo compuesto por tres fases: formulación, modelación, simulación, y finalmente validación.

Este modelo dio respuesta a la hipótesis propuesta en el capítulo, ya que se pudo comprobar que, explica la dinámica de la transferencia de tecnologías limpias en la Vivienda Social, contribuye a la comprensión de los procesos de innovación en el sector de la construcción de vivienda VIS.

Como se pudo observar La transferencia de tecnologías limpias en las firmas constructoras de vivienda social en Colombia se relaciona con las capacidades de innovación de estas e implantación de estrategias de las construcciones sostenibles.

Asimismo, se pudo identificar que se presenta un atraso tecnológico de 20 años en los sistemas constructivos utilizados en el sector construcción, particularmente en el área de la vivienda social. Además, se contrastó que la reglamentación sobre construcción sostenible en Colombia es opcional.

Por otro lado, se identificó que el 55% de las empresas constructoras revelaron desconocer la adecuación de nuevas tecnologías y formas de producción de la vivienda. También, se identificó que es necesario aplicar procesos de innovación tecnológica en el sector de la vivienda social.

Por lo cual, conceptos como la innovación, la transferencia tecnológica y las construcciones sostenibles toman gran importancia para la implementación de los procesos de innovación en la vivienda social. Para el diseño del modelo se tomó como horizonte de tiempo futuro el periodo comprendido entre el año 2020 y el año 2030.

Ya que, se reconoció la necesidad de aplicar procesos de innovación tecnológica en el sector y particularmente se ha identificado por parte de la industria que uno de los sectores que requiere de dicha innovación es el sector de la vivienda social.

El modelo es mixto e incluye variables cuantitativas y cualitativas. Estas últimas denominadas soft. Esto permitió elaborar los diagramas causales de cada constructo propuestos. Estos diagramas permitieron identificar las acciones y reacciones presentes en el modelo sistémico. Luego se formularon las relaciones entre variables a través de los árboles causales y de flujo.

A continuación el modelo sistémico se organizó por medio de Niveles, flujos y variables. Para la observación del comportamiento dinámico del modelo se realizaron formulaciones matemáticas. Una vez formulados los diferentes componentes del modelo se procedió a diseñar el modelo sistémico traduciendo los diagramas causales al diagrama de Forrester que representa el modelo sistémico final.

Los resultados de las simulaciones mostraron una relación equilibrada entre el proceso de innovación y el proceso de transferencia tecnológica cuando dicha relación es mínima o promedio. Mientras que, la relación se acelera al implementar indicadores máximos en el modelo. En este sentido la transferencia baja y la innovación sube considerablemente.

Asimismo, se observó que el proceso de innovación es alto frente a la estrategia de mercado y el modelo de transferencia. Además, el tiempo de adaptación de las firmas constructoras en VIS esta entre cuatro a siete años. Por otro lado, se observó que el comportamiento del

perfil de la organización es similar al de la estrategia de mercado y el modelo de transferencia. Por tanto, se infiere que esta relación entre flujos es directamente proporcional.

En cuanto a la implementación de retardos en el modelo, estos dieron luz respecto del comportamiento de las diferentes variables. Entonces, estos se aplicaron a la estrategia de mercado, al modelo de transferencia, al perfil organizacional y al desarrollo de un proyecto.

En este caso, la opción de retraso seleccionada fue el retraso de primer orden, porque permitió identificar el ajuste gradual de la percepción que una firma constructora tiene sobre la innovación. Se determinó un promedio de 6 meses para la adaptación de una tecnología limpia. Retraso que se aplicó al perfil organizacional y al desarrollo de proyecto. Mientras que, el otro retraso fue el promedio de 3 meses para la evaluación de dicha tecnología. Retraso que se aplicara a la estrategia de mercado y al modelo de transferencia.

Como resultado se observó que el retardo dilata el proceso de estrategia de mercado y modelo de transferencia, pero se mantiene dentro del periodo de observación de la simulación. Lo que significa que a medida que aumentan los indicadores, mayor es la concentración de la información a pesar del retardo producido.

Por otro lado, el proceso de aceptación tecnológica se dilata en el tiempo. Lo que se infiere es una resistencia a la aceptación tecnológica por parte del personal de la organización. Esto implica además, que los procesos de innovación se retrasan y que su impacto será mínimo en la organización.

Por medio de dos pruebas: la primera fue la prueba de sensibilidad y la segunda la prueba de transparencia. La prueba de sensibilidad estableció cuatro indicadores: 1) Índice de Innovación. 2) Índice de Capacidad Tecnológica. 3) Índice de Dificultades de Innovación. 4) Índice de Nuevo Conocimiento. Los índices fueron aplicados a los dos flujos del modelo.

Dando como resultado que el modelo presentaba posibilidades de cambio entre sus variables. Lo que evidencia el buen funcionamiento de la dinámica del modelo.

Por último, se realizó una prueba de transparencia que permitió mostrar la estructura del modelo sistémico y validar que el modelo estaba completamente formulado. En síntesis el modelo es consistente y coherente en su estructura. Es de anotar, que este es un modelo simplificado y puede desarrollarse con una mayor complejidad.

Capítulo 5

Conclusiones

El capítulo final presenta las conclusiones de la investigación y está organizado de la siguiente manera: en primer lugar, se responde a las preguntas de la investigación. En segundo lugar, se realiza un breve análisis de los resultados de la investigación. En tercer lugar, se presentan la contribución al nuevo conocimiento. En cuarto lugar, se exponen las oportunidades y trabajos futuros. Para terminar se muestran las observaciones finales.

5.1 Respuesta a las preguntas

A continuación se da respuesta a las preguntas de investigación desde la perspectiva de la “entrega de valor” y la “generación de valor” de acuerdo con lo expuesto en la Tabla 11 de la página 42.

5.1.1 ¿Cuál es la dinámica que se presenta en el proceso de transferencia de tecnologías limpias en la Vivienda Social en Colombia?

En términos de entrega de valor, se identificó la necesidad de analizar la sostenibilidad del mercado de la vivienda. A partir de la revisión literaria se reconoció que existe una variedad de sistemas de certificación para evaluar la vivienda sostenible usando diferentes conjuntos de indicadores. Además, los resultados identificaron posibles conflictos en la evaluación de los indicadores.

Al respecto, se observa que más allá de la implementación de políticas de construcciones sostenibles en el país, se debe entender el grado de transferencia de las tecnologías limpias para reconocer la dinámica real del mercado a nivel nacional e internacional.

Por otro lado, aunque el sector construcción ha realizado esfuerzos en incorporar las construcciones sostenibles por medio de las certificaciones energéticas, estos esfuerzos tienen un grado de incorporación muy bajo. La evidencia analizada mostró que muy pocas investigaciones se centran en el estudio de las implicaciones que tiene los procesos de transferencia tecnológica en el impulso de la innovación en la vivienda social. Asimismo, muy pocos estudios analizan la vivienda formal desde la perspectiva del mercado. Aspecto fundamental para entender la dinámica de los procesos de transferencia tecnológica. Ya que, desde la década de 1990, el actor principal de la producción de vivienda social en Colombia es el mercado.

En términos de generación de valor, se reconoció que la transferencia de tecnología es una fuente potencial de innovación que puede proporcionar a las empresas de construcción nuevas tecnologías para crear y mantener mejores niveles de competitividad. La revisión literaria evidencia que existe una relación positiva entre la participación de los constructores de vivienda privada y el mercado de la vivienda social.

Asimismo, se identificó que el impulso de la transferencia de tecnologías limpias en la vivienda social permitiría aumentar el lento ritmo del proceso de innovación en la industria de la construcción. Ya que en las actuales condiciones la dinámica que se presenta en el sector de la vivienda social dificulta la articulación del proceso de innovación con las firmas constructoras.

Según la revisión literaria la innovación esta mediada por la colaboración entre empresas, en donde la tecnología juega un papel importante. En el contexto actual, la innovación en la construcción parece ocurrir de manera no planificada. Por tanto, se identificó una

complejidad de las relaciones entre las instituciones privadas y las gubernamentales para el incentivo de la innovación en el sector construcción.

Finalmente, se estableció que los sistemas de transferencia de tecnología involucran relaciones complejas entre la dimensión económica, ambiental y social. Por lo que este tipo de sistemas toma especial interés por su dinámica. Entonces, se concluye que la simulación a partir de la dinámica de sistemas (DS) es una herramienta adecuada para estudiar la transferencia de tecnologías limpias en la industria de la vivienda social. Ya que, las nuevas tecnologías y sus innovaciones actúan como impulsores de la capacidad de adsorción de las firmas constructoras de vivienda social.

5.1.2 ¿Qué modelos de transferencia de tecnologías limpias se aplican en la Vivienda Social?

En términos de entrega de valor, se identifica que el sector de la construcción que produce vivienda social en Colombia no diferencia entre los modelos de transferencia lineal, secuencial o de retroalimentación. Los resultados empíricos muestran que las firmas constructoras en vivienda social orientan la transferencia tecnológica hacia modelos de comunicación, en donde, los procesos de difusión y utilización del conocimiento toman gran importancia.

Además, para las firmas constructoras en vivienda social, los resultados muestran que la percepción sobre los procesos de transferencia tecnológica es neutra, y consideran que en términos prácticos es de fácil implementación en las empresas. Por último, las firmas constructoras consideran que incorporar procesos de transferencia de tecnologías limpias les permite tener ventajas competitivas en el mercado. Esta investigación sugiere que un modelo de transferencia de tecnología limpia es factible como impulsor de los procesos de innovación en el sector de la vivienda social.

En términos de generación de valor, se identifica que para las firmas constructoras las barreras más frecuentes para incorporar procesos de transferencia tecnológica son: 1) el impacto de los costos directos en obra. 2) la falta de mecanismos de financiación, 3) falta de procesos de investigación y desarrollo (I+D). 4) falta de capacitación del personal. Por otro lado, las firmas constructoras identifican las siguientes oportunidades: 1) mejoras en los procesos de construcción. 2) Reducción de impactos ambientales. 3) introducción de procesos de innovación en la empresa. 4) incorporación de nuevas tecnologías.

5.1.3 ¿Qué características tienen los modelos de transferencia de tecnologías limpias que se aplican en la Vivienda Social?

En términos de entrega de valor, las firmas constructoras de VIS se caracterizan por una alta necesidad de formación del personal de sus organizaciones en procesos de transferencia tecnológica e innovación. Asimismo, el mercado de la industria de la construcción se caracteriza por tratar de suplir estas necesidades difundiendo conocimiento sobre diversos temas tecnológicos a través de diferentes tipos de eventos de divulgación.

En términos de generación de valor, las firmas constructoras se caracterizan por una mínima implementación de los procesos de transferencia tecnológica e innovación. Además, las firmas constructoras no se orientan a fortalecer la creación de departamentos de I+D en las empresas. También se evidencia que, no es claro para las firmas constructoras la integración de los equipos de investigadores de sus departamentos de I+D en el sistema de ciencia, tecnología e innovación del país.

5.1.4 ¿Qué alternativa se identifica para responder a la dinámica de la transferencia de tecnologías limpias en la Vivienda Social?

En términos de entrega de valor, las alternativas para una adecuada introducción de tecnologías limpias en el mercado de la vivienda social son:

- Impulso al desarrollo de proyectos de I+D e I+D+i en las firmas constructoras de vivienda social.
- Fortalecimiento de las capacidades tecnológicas de las firmas constructoras de vivienda social.

En términos de generación de valor, las alternativas para la introducción eficiente de las tecnologías limpias en la producción de vivienda social son:

- Apoyo para la formación de un sistema de gestión de tecnología e innovación para el sector de la vivienda social.
- Apoyo técnico para la creación de departamentos de I+D en las firmas constructoras de vivienda social.
- Vinculación de los departamentos de las firmas constructoras de vivienda social al Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI).

5.2 Análisis de los Resultados

El análisis de los diferentes Constructos de estudio demuestra que el contexto de la transferencia de tecnologías limpias en la vivienda social puede facilitar o dificultar la implementación de la innovación en la industria de la construcción.

En el caso del perfil de la organización, se observa que el universo de las firmas constructoras en vivienda social está constituido por medianas y pequeñas empresas. Las cuales en su mayoría incorporan procesos de innovación, orientados al desarrollo de productos y procesos. En el caso del desarrollo de proyectos, es evidente la falta de desarrollo o compra de patentes en los últimos cinco años.

Lo que permite deducir que no han desarrollado o comprado productos de carácter tecnológico. Por ello, las dificultades financieras son las que ocupan el primer lugar dentro de los motivos que causan el retraso tecnológico en estas empresas. Es importante destacar

que, las firmas constructoras que cuentan con personal de investigación no tienen laboratorios propios aspecto fundamental para poder innovar.

En el caso del Modelo de transferencia, este está orientado a la comunicación, en donde la difusión es la estrategia más utilizada para acceder al conocimiento tecnológico. Un bajo porcentaje de las firmas constructoras de VIS realiza contratos de transferencia tecnológica. En su mayoría, estas empresas desconocen el tiempo que les puede tomar la evaluación de una tecnología.

Lo que permite inferir que en la práctica para estas empresas no es claro el modelo de transferencia de tecnología y además, no identifican si este puede impulsar procesos de innovación en sus organizaciones. Por tanto, la Percepción acerca de la aceptación y adaptación de una nueva tecnología es neutra. Lo que lleva a las firmas constructoras a considerar los procesos de transferencia tecnológica fáciles. Sin embargo no es claro para estas empresas los procesos que se requieren para implementar la transferencia de tecnologías.

Finalmente, en el caso de la estrategia de mercado, las firmas constructoras no relacionan la tecnología con los procesos de innovación. Los encuestados no desarrolla producción en serie. Por lo que, las firmas constructoras prefieren las tecnologías tradicionales, confirmando así los datos estadísticos generales que evidencian un amplio uso de este tipo de tecnologías y un uso mínimo de tecnologías alternativas, como por ejemplo las tecnologías limpias.

5.3 Contribución al nuevo conocimiento

A continuación, la Tabla 73 muestra un resumen sintético de las contribuciones al nuevo conocimiento realizadas por esta investigación doctoral.

2 En primer lugar, el capítulo construye un marco teórico que permite desde la revisión literaria existente identificar las variables teóricas de los tres constructos de investigación, estos son: Innovación, Transferencia Tecnológica y Construcciones sostenibles. En segundo lugar, el capítulo identifica los modelos de transferencia tecnológica existentes. Estos son: 1) los modelos lineales. 2) los modelos secuenciales paralelos no lineales y 3) los modelos de retroalimentación no lineal. Finalmente, como resultado se identifica que los sistemas de transferencia tecnológica son dinámicos y complejos. Por tanto, se concluyó que es adecuado su estudio desde la perspectiva de la dinámica de sistemas.

3 En primer lugar, el capítulo identificó y caracterizó los modelos de transferencia de tecnología en la industria de la construcción. En segundo lugar, se pudo establecer el tamaño del sector construcción en Colombia e identificar cuatro relaciones importantes en la industria de la construcción. Estas fueron: 1) Perfil de la organización. 2) Desarrollo de proyectos. 3) Modelos de transferencia. 4) Estrategia de mercado. En tercer lugar, se identificaron tres hipótesis de investigación, respecto a los constructos. Las cuales fueron aceptadas y viables de ser estudiadas por medio del método factorial. Como resultado se identificó que el constructo 1 – innovación, está compuesto por seis variables observables. El constructo 2 – Transferencia tecnológica, está compuesto por cuatro variables observables. Finalmente, el constructo 3 – Construcciones sostenibles, está compuesto por seis variables observables.

4 En primer lugar, el capítulo propuso el diseño de un modelo sistémico que mostrara la dinámica de la transferencia de tecnologías limpias en la vivienda social. se observó que el proceso de innovación es alto frente a la estrategia de mercado y el modelo de transferencia. Por otro lado, se observó que el comportamiento del perfil de la organización es similar al de la estrategia de mercado y el modelo de transferencia. Al implementar retardos, se observa que se dilata el proceso de estrategia de mercado y modelo de transferencia, pero se mantiene dentro del periodo de observación de la simulación. Mientras que, el proceso de aceptación tecnológica se dilata en el tiempo. Esto implica además, que su impacto será mínimo en la organización. En síntesis el modelo es consistente y coherente en su estructura.

Tabla 73 Resumen de las contribuciones al nuevo conocimiento de la investigación. Elaboración propia.

5.4 Oportunidades y trabajos futuros

A partir de los resultados de esta investigación y con el objetivo de discutir algunas de las cuestiones que se plantean para futuros trabajos, se propone un Modelo para la implementación de una estrategia de innovación por medio de la transferencia tecnológica. El modelo se expone gráficamente en la Figura 100 y se resumen brevemente a continuación (R.-A. Cubillos-González, 2019):

- **Proceso de innovación en las Firmas constructoras.** Implantar procesos de innovación por medio de unidades de I+D permite satisfacer la necesidad de la producción de construcciones sostenibles.
- **Transferencia Tecnológica.** Las unidades de transferencia en las firmas constructoras identifican nuevas tecnologías limpias que pueden ser desarrolladas potencialmente en el mercado. En este contexto la estrategia busca implementarse en varios niveles: a) Transferencia Internacional – Nacional. b) Transferencia Nacional – Regional y c) Transferencia Regional – local.
- **Consolidación de la normativa y comercialización de las tecnologías limpias.** En un contexto de fortalecimiento de las políticas de producción limpia el estado empuja la adopción de las tecnologías limpias por medio de la normativa y el mercado jalona la oportunidad de comercialización de dichas tecnologías. Herramientas como los Mecanismos de Desarrollo Limpio aplicados a la Industria de la Construcción facilitan el proceso de transferencia tecnológica al sector. El gobierno y la banca acuerdan mecanismos de incentivos a la innovación.
- **Estrategias de fortalecimiento del proceso de innovación.** Las estrategias de mercado de las firmas constructoras permiten que los procesos de transferencia

tecnologías limpias admiten la venta de nuevos productos sostenibles en la Industria de la construcción.



Figura 100 Modelo para la implementación de una estrategia de innovación por medio de la transferencia tecnológica.
Fuente: (R.-A. Cubillos-González, 2019).

En síntesis, es de vital importancia comprender la relación entre la industria de la construcción y el desarrollo de proyectos de Investigación e Innovación (I+D+i), así como la implementación de modelos de transferencia de tecnologías limpias al sector de la vivienda social.

Por tanto, superar las barreras e identificar oportunidades en el área de la transferencia de tecnologías limpias responde a un vacío de conocimiento dentro del campo de la construcción. En consecuencia, este modelo busca identificar los elementos que conducen a una óptima toma de decisiones en el proceso de transferencia de tecnologías limpias.

5.5 Observaciones finales

El objetivo de esta investigación fue el de identificar la dinámica de la transferencia de tecnología limpia en la vivienda social en Colombia. A través de la aplicación de cuatro métodos tres cualitativos y uno cuantitativo se pudo describir el proceso dinámico de la transferencia de tecnología en la industria de la construcción en Colombia.

Esta investigación puede servir como punto de partida para diferentes profesionales e investigadores interesados en mejorar la forma en la que se realizan procesos de innovación en la industria de la construcción y particularmente en la producción de vivienda social. Asimismo, esta investigación proporciona un panorama de los procesos de transferencia e innovación en las firmas constructoras.

En este sentido, la vivienda social es un tema que involucra diversos actores que pueden interesarse por esta investigación para incluir nuevo conocimiento a sus procesos. Finalmente, este trabajo ha propuesto nuevas preguntas que abren el camino a futuros trabajos de investigación en este campo de conocimiento.

Referencias

- Adabre, M. A., Chan, A. P. C., Darko, A., Osei-Kyei, R., Abidoeye, R., & Adjei-Kumi, T. (2020). Critical barriers to sustainability attainment in affordable housing: International construction professionals' perspective. *Journal of Cleaner Production*, 253, 119995. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.119995>
- Ahmad, T, Aibinu, A. A., & Stephan, A. (2017). Green Building projects: Process innovation leading to project innovation. *33rd Annual Association of Researchers in Construction Management Conference, ARCOM 2017*, 299–308. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85035329551&partnerID=40&md5=1109a158169025cdb5442005e9a871b4>
- Ahmad, Tayyab, Aibinu, A. A., Stephan, A., & Chan, A. P. C. (2019). Investigating

- associations among performance criteria in Green Building projects. *Journal of Cleaner Production*, 232, 1348–1370. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.06.013>
- Ali, A. K., & Badinelli, R. (2016). Novel Integration of Sustainable and Construction Decisions into the Design Bid Build Project Delivery Method Using BPMN. *Procedia Engineering*, 145, 164–171. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.04.038>
- Angerhofer, B. J., & Angelides, M. C. (2000). System Dynamics Modelling in Supply Chain Management: Research Review. *Proceedings of the 32nd Conference on Winter Simulation*, 342–351.
- Autio, E., & Laamanen, T. (1995). Measurement and evaluation of technology transfer: Review of technology transfer mechanisms and indicators. *International Journal of Technology Management*, 10(7/8), 643–664.
- Banco Mundial, & DNP. (2012). *Sistema de ciudades: Una aproximación visual al caso colombiano*. Banco Mundial. <http://documentos.bancomundial.org/curated/es/2012/06/17176155/sistema-de-ciudades-una-aproximación-visual-al-caso-colombiano>
- Behdani, B. (2012). EVALUATION OF PARADIGMS FOR MODELING SUPPLY CHAINS AS COMPLEX SOCIO- TECHNICAL. *Proceedings of 2012 Winter Simulation Conference (WSC)*, 3794–3808. <https://doi.org/10.1109/WSC.2012.6465109>
- Braun, W. (2002). The system archetypes. *System*, 2002, 27. http://www.albany.edu/faculty/gpr/PAD724/724WebArticles/sys_archetypes.pdf
- Brewer, G., Gajendran, T., & Runeson, G. (2013). ICT & innovation: A case of integration in a regional construction firm. *Australasian Journal of Construction Economics and Building*, 13(3), 24–36. <https://doi.org/10.5130/ajceb.v13i3.3484>
- Brown, P., Swan, W., & Chahal, S. (2014). Retrofitting social housing: Reflections by tenants on adopting and living with retrofit technology. *Energy Efficiency*, 7(4), 641–653. <https://doi.org/10.1007/s12053-013-9245-3>
- Calderón, S., Alvarez, A. C., Loboguerrero, A. M., Arango, S., Calvin, K., Kober, T., Daenzer, K., & Fisher-Vanden, K. (2014). Achieving CO2 reductions in Colombia:

- Effects of carbon taxes and abatement targets. *Energy Economics*, 56, 575–586. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2015.05.010>
- Camara Colombiana de la Construcción - CAMACOL. (2014). *Informe de Gestión 2013-2014*.
- Camara Colombiana de la Construcción - CAMACOL. (2016). *Informe de gestión gremial 2015 - 2016*. http://camacol.co/sites/default/files/presentaciones_eventos/Informe de Gestion 2015-2016.pdf
- Camara Colombiana de la Construcción - CAMACOL. (2017). *Informe de Gestión 2016-2017*. <https://ejournal.poltektegal.ac.id/index.php/siklus/article/view/298%0Ahttp://repositorio.unan.edu.ni/2986/1/5624.pdf%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.jana.2015.10.005%0Ahttp://www.biomedcentral.com/1471-2458/12/58%0Ahttp://ovidsp.ovid.com/ovidweb.cgi?T=JS&P>
- Camara Colombiana de la Construcción - CAMACOL. (2018). *Características del ajuste del mercado por tamaño de compañías*. 102, 1–12.
- Camara Colombiana de la Construcción - CAMACOL. (2019). *Prospectiva Edificadora*. 3, 100. https://camacol.co/sites/default/files/info-sectorial/PROSPECTIVA EDIFICADORA 2019_1.pdf
- Canto, D., & Morilla, F. (2005). Tutorial de Vensim. In *SyntheSim*. www.vesim.com
- Cao, J., & Hu, W. (2016). A microsimulation of property tax policy in China. *Journal of Housing Economics*, 33, 128–142. <https://doi.org/10.1016/j.jhe.2016.05.004>
- Carlsson, B. (2016). Industrial Dynamics: A Review of the Literature 1990–2009. *Industry and Innovation*, 23(1), 1–61. <https://doi.org/10.1080/13662716.2015.1120658>
- Caruth, G. D. (2013). Demystifying Mixed Methods Research Design: A Review of the Literature. *Mevlana International Journal of Education (MIJE)*, 3(2), 112–122. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.13054/mije.13.35.3.2>
- Chiappe de Villa, M. L. (1999). La política de vivienda de interés social en Colombia en los noventa. In *German Agency for Technical Cooperation | NU. CEPAL | NU. CEPAL. Unidad de Financiamiento*. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/5287>

- Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2012). Criterios ambientales para el diseño y construcción de vivienda urbana. In *Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible*.
<https://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/2054-plantilla-asuntos-ambientales-y-sectorial-y-urbana-sin-galeria-88>
- CONPES 3834. (2015). CONPES 3834: Lineamientos de política para estimular la inversión privada en ciencia, tecnología e innovación a través de deducciones tributarias. In *Republica de Colombia, Departamento Nacional de Planeación*.
<http://www.colciencias.gov.co/sites/default/files/upload/conpes3834-beneficiotributarios.pdf>
- CONPES 3919. (2018). CONPES 3919 - Política Nacional de Edificaciones Sostenibles. In *Republica de Colombia, Departamento Nacional de Planeación*.
<https://doi.org/10.1109/ISSPA.1999.815782>
- Creswell, J. W. (2014). Research Design. In *SAGE Publications*. SAGEN Publications.
- Cubillos-González, R.-A. (2019). Modelo de comprensión de las barreras y oportunidades de la transferencia de tecnología limpia en la industria de la construcción. Un estado del arte. *Debates Sobre Innovación*, 3(2), 1–16.
- Cubillos-González, R.-A. (2020). Análisis de redes para la transferencia de tecnologías sostenibles entre firmas de construcción internacional. *Revista de Arquitectura*, 22(1), 175–186. <https://doi.org/https://doi.org/10.14718/RevArq.2020.2562>
- Cubillos-González, R. A. (2006). Vivienda social y flexibilidad en Bogotá. *Bitácora*, 10(1), 124–135.
<http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/bitacora/article/view/18717/19614>
- Cubillos-González, R. A. (2012). Estudio y gestión de estándares mínimos de flexibilidad en la vivienda social en Bogotá. *Revista de Arquitectura*, 14, 64–75.
<https://doi.org/10.5944/educxx1.17.1.10708>
- Cubillos-Gonzalez, R. A., & Novegil-Gonzalez-Anleo, F. J. (2018). Technologies compatible to climate change as a strategy in the field of architecture. *2017 Congreso Internacional de Innovacion y Tendencias En Ingenieria, CONITI 2017 - Conference*

- Proceedings, 2018-Janua*, 1–5. <https://doi.org/10.1109/CONIITI.2017.8273332>
- Cubillos-González, R. A., Novegil-González-Anleo, F. J., & Cortés-Cely, O. A. (2017). *Territorios resilientes y eficientes en Bogotá*. Editorial de la Universidad Católica de Colombia. <http://publicaciones.ucatolica.edu.co/pdf/territorios-resilientes-y-eficientes-en-bogota.pdf>
- DANE. (2016). Boletín técnico Vivienda VIS y No VIS. *III Trimestre de 2017*, 1–39. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2007.11.005>
- DANE. (2020a). Sistema constructivo utilizado en la obra (Sis _ constructivo) File : ESTRUCTURA CEED. In *DANE, Republica de Colombia*. <http://microdatos.dane.gov.co/index.phpcatalog/79/variable/V389>
- DANE. (2020b). *Vivienda VIS y NO VIS*. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/construccion/vivienda-vis-y-no-vis>
- DANE. (2020c). *Vivienda VIS y NO VIS - Históricos*. DANE, Republica de Colombia. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/construccion/vivienda-vis-y-no-vis/vivienda-vis-y-no-vis>
- Darko, A., Chan, A. P. C., Yang, Y., Shan, M., He, B. J., & Gou, Z. (2018). Influences of barriers, drivers, and promotion strategies on green building technologies adoption in developing countries: The Ghanaian case. *Journal of Cleaner Production*, *200*, 687–703. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.07.318>
- Davis, P., Gajendran, T., Vaughan, J., & Owi, T. (2016). Assessing construction innovation: Theoretical and practical perspectives. *Construction Economics and Building*, *16*(3), 104–115. <https://doi.org/10.5130/AJCEB.v16i3.5178>
- DCTI, EuPD Research, K. in: C.-S. 2013 in A. an B. B. 2012-O. work. (2013). *CleanTech-Matrix* (p. 1).
- Demirtas, O. (2013). Evaluating the Best Renewable Energy Technology for Sustainable Energy Planning. *International Journal of Energy Economics and Policy*, *3*, 23–33. www.econjournals.com
- Diaz Reyes, C. A., & Ramirez Luna, J. A. (2011a). Las normas aplicables para el desarrollo de vivienda de interes social. In *Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo*

Territorial (Vol. 3).

- Diaz Reyes, C. A., & Ramirez Luna, J. A. (2011b). Los materiales en la construcción de vivienda de interés social. In *Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial* (Vol. 2). [https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/S0376-7361\(12\)70001-8](https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/S0376-7361(12)70001-8)
- Diaz Reyes, C. A., & Ramirez Luna, J. A. (2011c). Procedimientos en Vivienda de Interés Social. In *Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial* (Vol. 4). <https://doi.org/10.1016/j.dam.2014.12.021>
- Ding, Z., Gong, W., Li, S., & Wu, Z. (2018). System dynamics versus agent-based modeling: A review of complexity simulation in construction waste management. *Sustainability (Switzerland)*, *10*(7). <https://doi.org/10.3390/su10072484>
- Dou, Y., Xue, X., Zhao, Z., & Jiang, Y. (2019). Measuring the Factors that Influence the Diffusion of Prefabricated Construction Technology Innovation. *KSCE Journal of Civil Engineering*, *23*(9), 3737–3752. <https://doi.org/10.1007/s12205-019-2029-3>
- Dudovskiy, J. (2016). *The Ultimate Guide to Writing a Dissertation in Business Studies: A Step-by-Step Assistance*. Business Research Methodology.
- Dulaimi, M. F., Ling, F. Y. Y., & Bajracharya, A. (2003). Organizational motivation and inter-organizational interaction in construction innovation in Singapore. *Construction Management and Economics*, *21*(3), 307–318. <https://doi.org/10.1080/0144619032000056144>
- Dulaimi, M. F., Ling, F. Y. Y., Ofori, G., & De Silva, N. (2002). Enhancing integration and innovation in construction. *Building Research and Information*, *30*(4), 237–247. <https://doi.org/10.1080/09613210110115207>
- Erol, Ö., & Kilkiş, B. (2012). An energy source policy assessment using analytical hierarchy process. *Energy Conversion and Management*, *63*, 245–252. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2012.01.040>
- European Environment Agency. (2020). *End-of-Pipe Technology meaning*. EEA. <https://www.eea.europa.eu/help/glossary/gemet-environmental-thesaurus/end-of-pipe-technology>
- Fazeli, R., & Davidsdottir, B. (2018). Energy performance of dwelling stock in Iceland:

- System dynamics approach. *Journal of Cleaner Production*, 167, 1345–1353. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.05.009>
- Fedesarrollo. (2013). *Ciudades y Cambio Climático en Colombia*. 193.
- Ferreira Marmontel, C. V, Lucas-Borja, M. E., Rodrigues, V. A., & Zema, D. A. (2018). Effects of land use and sampling distance on water quality in tropical headwater springs (Pimenta creek, São Paulo State, Brazil). *Science of the Total Environment*, 622–623, 690–701. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.12.011>
- Forero, S. (2020). Logros y retos de la construcción sostenible en Colombia. *Foro Edge: “Avances de La Costruccion Sostenible En Colombia” 8 de Septiembre de 2020*, 1. <https://www.youtube.com/watch?v=qC1u4SEMYww>
- Foroozanfar, M., Sepasgozar, S. M. E., & Arbabi, H. (2017). An empirical investigation on construction companies’ readiness for adopting sustainable technology. *ISARC 2017 - Proceedings of the 34th International Symposium on Automation and Robotics in Construction, Isarc*, 925–936. <https://doi.org/10.22260/isarc2017/0129>
- Forrester, J. (2009). Some basic concepts in system dynamics. *Sloan School of Management*, ..., 1–17. http://www.systemsmodelbook.org/uploadedfile/238_63f73156-02df-4d87-b0c6-c286a7beec26_SomeBasicConcepts.pdf
- Forrester, J W. (1995). The beginning of system dynamics. *McKinsey Quarterly*, 4, 4–16. <https://doi.org/10.3401/poms.1080.0022>
- Forrester, Jay W. (1971). Counterintuitive behavior of social systems. *Technological Forecasting and Social Change*, 3(C), 1–22. [https://doi.org/10.1016/S0040-1625\(71\)80001-X](https://doi.org/10.1016/S0040-1625(71)80001-X)
- Forrester, Jay W. (2007). System dynamics—the next fifty years. *System Dynamics Review*, 23(3), 359–370. <https://doi.org/10.1002/sdr>
- Forrester, Jay W. (1989). The beginnings of System Dynamics. *Banquet Talk at the International Meeting of the System Dynamics Society, July 13, 1989*, 1–16.
- Fu, Y., Kok, R. A. W., Dankbaar, B., Ligthart, P. E. M., & van Riel, A. C. R. (2018). Factors affecting sustainable process technology adoption: A systematic literature review. *Journal of Cleaner Production*, 205, 226–251.

<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.08.268>

- Galvão Scheidegger, A. P., Fernandes Pereira, T., Moura de Oliveira, M. L., Banerjee, A., & Barra Montevechi, J. A. (2018). An introductory guide for hybrid simulation modelers on the primary simulation methods in industrial engineering identified through a systematic review of the literature. *Computers and Industrial Engineering*, *124*(July), 474–492. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2018.07.046>
- Gan, X., Zuo, J., Wu, P., Wang, J., Chang, R., & Wen, T. (2017). How affordable housing becomes more sustainable? A stakeholder study. *Journal of Cleaner Production*, *162*, 427–437. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.06.048>
- Gaskin, J., & Lim, J. (2016). “*Master Validity Tool*”, *Complemento AMOS*.
- Gianfrate, V., Piccardo, C., Longo, D., & Giachetta, A. (2017). Rethinking social housing: Behavioural patterns and technological innovations. *Sustainable Cities and Society*, *33*(May), 102–112. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.05.015>
- Grupo de Petrología Aplicada. (2020). *PRÁCTICA 5. ANÁLISIS MULTIVARIANTE CON SPSS. REDUCCIÓN DE DATOS: ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES Y FACTORIAL*. Universidad de Alicante. <https://web.ua.es/es/lpa/docencia/practicas-analisis-exploratorio-de-datos-con-spss/practica-5-analisis-multivariante-con-spss-reduccion-de-datos-analisis-de-componentes-principales-y-factorial.html>
- Hafner, R. J., Pahl, S., Jones, R. V., & Fuertes, A. (2020). Energy use in social housing residents in the UK and recommendations for developing energy behaviour change interventions. *Journal of Cleaner Production*, *251*, 119643. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119643>
- Hameri, A. P., & Vuola, O. (1996). Using basic research as a catalyst to exploit new technology-based innovations - A case study. *Technovation*, *16*(10), 531–539. [https://doi.org/10.1016/S0166-4972\(97\)82893-3](https://doi.org/10.1016/S0166-4972(97)82893-3)
- Hartmann, A. (2006). The context of innovation management in construction firms. *Construction Management and Economics*, *24*(6), 567–578. <https://doi.org/10.1080/01446190600790629>
- Harty, C. (2008). Implementing innovation in construction: Contexts, relative boundedness

- and actor-network theory. *Construction Management and Economics*, 26(10), 1029–1041. <https://doi.org/10.1080/01446190802298413>
- Hassan, M. Z., Ani, A. I. C., & Ariff, N. R. M. (2019). The significant effect of organizational structure on private housing developers' involvement in development of affordable housing. *International Journal of Recent Technology and Engineering*, 8(2 Special Issue 11), 674–679. <https://doi.org/10.35940/ijrte.B1107.0982S1119>
- Hernandez, Roberto; Fernández, Collado; Baptista, M. del P. (2010). *Metodología de la Investigación*.
- Herrero, J. (2010). El Análisis Factorial Confirmatorio en el estudio de la Estructura y Estabilidad de los Instrumentos de Evaluación: Un ejemplo con el Cuestionario de Autoestima CA-14. *Psychosocial Intervention*, 19(3), 289–300. <https://doi.org/10.5093/in2010v19n3a9>
- Hilkevics, S., & Hilkevics, A. (2017). The comparative analysis of technology transfer models. *Entrepreneurship and Sustainability Issues*, 4(4), 540–558. [https://doi.org/10.9770/jesi.2017.4.4\(11\)](https://doi.org/10.9770/jesi.2017.4.4(11))
- Hoppe, T. (2012). Adoption of innovative energy systems in social housing: Lessons from eight large-scale renovation projects in The Netherlands. *Energy Policy*, 51, 791–801. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.09.026>
- Irwin, H., & More, E. (1991). Technology transfer and communication: lessons from Silicon Valley, Route 128, Carolina's Research Triangle and hi-tech Texas. *Journal of Information Science*, 17(5), 273–280. <https://doi.org/10.1177/016555159101700503>
- Jimenez, M., Franco, C. J., & Dyner, I. (2016). Diffusion of renewable energy technologies: The need for policy in Colombia. *Energy*, 111, 818–829. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2016.06.051>
- Karatas, A., & El-Rayes, K. (2013). Optimizing tradeoffs among housing sustainability objectives. *Automation in Construction*, 53, 83–94. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2015.02.010>
- Kasemsap, K. (2015). The roles of knowledge management and organizational innovation in global business. *Handbook of Research on Information Architecture and Management*

- in Modern Organizations*, 130–153. <https://doi.org/10.4018/978-1-4666-8637-3.ch006>
- Keivani, R., & Werna, E. (2001a). *Modes of housing provision in developing countries*. 55, 65–118.
- Keivani, R., & Werna, E. (2001b). *Refocusing the housing debate in developing countries from a pluralist perspective*. 25, 191–208.
- Kumar, N., Kapsalyamova, Z., & Tsai, I. T. (2017). Low carbon cities and the development of cleantech innovation clusters in oil-rich economies: A case study on Masdar City. In *Sustainable Energy in Kazakhstan: Moving to Cleaner Energy in a Resource-Rich Country* (pp. 242–264). <https://doi.org/10.4324/9781315267302>
- Lai, X., Liu, J., Shi, Q., Georgiev, G., & Wu, G. (2017). Driving forces for low carbon technology innovation in the building industry: A critical review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 74(February), 299–315. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.02.044>
- Lee, S., Kim, W., Kim, Y. M., & Oh, K. J. (2012). Using AHP to determine intangible priority factors for technology transfer adoption. *Expert Systems with Applications*, 39(7), 6388–6395. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2011.12.030>
- Liberati, A., Altman, D. G., Tetzlaff, J., Mulrow, C., Gøtzsche, P. C., Ioannidis, J. P. A., Clarke, M., Devereaux, P. J., Kleijnen, J., & Moher, D. (2009). The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. In *Journal of clinical epidemiology* (Vol. 62, Issue 10). <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2009.06.006>
- Liettaert, M. (2010). Cohousing's relevance to degrowth theories. *Journal of Cleaner Production*, 18(6), 576–580. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2009.11.016>
- Ling, F. Y. Y. (2003). Managing the implementation of construction innovations. *Construction Management and Economics*, 21(6), 635–649. <https://doi.org/10.1080/0144619032000123725>
- Liu, W., Oosterveer, P., & Spaargaren, G. (2016). Promoting sustainable consumption in China: a conceptual framework and research review. *Journal of Cleaner Production*, 134, 13–21. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.10.124>

- Loosemore, M. (2014). Innovate or Perish? Exploring some of the Myths of Construction Innovation. *Australasian Journal of Construction Economics and Building - Conference Series*, 2(2), 44. <https://doi.org/10.5130/ajceb-cs.v2i2.3888>
- Lu, S. L., & Sexton, M. (2006). Innovation in small construction knowledge-intensive professional service firms: A case study of an architectural practice. *Construction Management and Economics*, 24(12), 1269–1282. <https://doi.org/10.1080/01446190600879109>
- MacCallum, R., Widaman, K., Zhang, S., & Hong, S. (1999). Sample Size for Factor Analysis. In *American Psychological Association* (Vol. 4, Issue 1, pp. 84–99).
- Manley, K. (2006). The innovation competence of repeat public sector clients in the Australian construction industry. *Construction Management and Economics*, 24(12), 1295–1304. <https://doi.org/10.1080/01446190600934953>
- Manley, K. (2008). Against the odds: Small firms in Australia successfully introducing new technology on construction projects. *Research Policy*, 37(10), 1751–1764. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2008.07.013>
- Manley, K., & Mcfallan, S. (2006). Exploring the drivers of firm-level innovation in the construction industry. *Construction Management and Economics*, 24(9), 911–920. <https://doi.org/10.1080/01446190600799034>
- Martinez-Moyano, I. J. (2012). Documentation for model transparency. *System Dynamics Review*, 28(2), 199–208. <https://doi.org/10.1002/sdr.1471>
- Martinez, E. (2016). *EXPLORING THE USE OF THE LEAN PRINCIPLES TO DELIVER AFFORDABLE HOUSING IN LATIN AMERICA* [University of California, Berkley]. <http://faculty.ce.berkeley.edu/tommelein/papers/2016-Martinez-PhD.pdf>
- Marzouk, M., & Azab, S. (2017). Analyzing sustainability in low-income housing projects using system dynamics. *Energy and Buildings*, 134, 143–153. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.10.034>
- Mavrou, I. (2015). Análisis factorial exploratorio: Cuestiones conceptuales y metodológicas Exploratory factor analysis: Conceptual and methodological issues. *Revista Nebrija de Lingüística Aplicada*, 19, 1–10. <https://revistas.nebrija.com/revista->

linguistica/issue/view/25

- McCoy, A P, Ahn, Y. H., & Pearce, A. R. (2012). Towards establishing diffusion barriers for innovative green building products: A survey of sips builders. *Journal of Green Building*, 7(2), 153–176. <https://doi.org/10.3992/jgb.7.2.153>
- McCoy, Andrew Patton. (2008). Commercialization for Innovative Products in the Residential Construction Industry. *ProQuest Dissertations and Theses*, 158. <http://search.proquest.com.ezaccess.library.uitm.edu.my/docview/1020126676?accountid=42518>
- McDaniel, C., & Gates, R. (2016). *La Investigación de Mercados* (I. Cengage Learning Editores, S.A. de C.V. una compañía de Cengage Learning (ed.); 10a. edici). CENGAGE Learning.
- McNeish, D. (2017). Exploratory Factor Analysis With Small Samples and Missing Data. *Journal of Personality Assessment*, 99(6), 637–652. <https://doi.org/10.1080/00223891.2016.1252382>
- Moussavi Nadoushani, Z. S., Akbarnezhad, A., Ferre Jornet, J., & Xiao, J. (2017). Multi-criteria selection of façade systems based on sustainability criteria. *Building and Environment*, 121, 67–78. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.05.016>
- Mulliner, E., Malys, N., & Maliene, V. (2015). Comparative analysis of MCDM methods for the assessment of sustainable housing affordability. *Omega*, 59, 146–156. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2015.05.013>
- Na, L. J., Ofori, G., Ling, F. Y. Y., & Hua, G. B. (2007). Role of national institutions in promoting innovation by contractors in Singapore. *Construction Management and Economics*, 25(10), 1021–1039. <https://doi.org/10.1080/01446190701209925>
- North, M. J., & Macal, C. M. (2009). Agent-based modelling and systems dynamics model reproduction. *International Journal of Simulation and Process Modelling*, 5(3), 256–271. <https://doi.org/10.1504/IJSPM.2009.031099>
- Nuuter, T., Lill, I., & Tupenaite, L. (2015). Comparison of housing market sustainability in European countries based on multiple criteria assessment. *Land Use Policy*, 42, 642–651. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2014.09.022>

- ODEC. (2007). *Glossary of Statistical Terms*. <https://doi.org/10.1017/9781108164832.016>
- Oliva R. (2002). *SDM-Doc tool* (SDM-Doc/Java Version 1.2.89). Global Security Sciences Division at Argonne National Laboratory. <https://systemdynamics.org/SDM-doc/>
- Onat, N. C., Egilmez, G., & Tatari, O. (2014). Towards greening the U.S. residential building stock. A system dynamics approach. *Building and Environment*, 78, 68–80. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2014.03.030>
- ONU. (2019). *Población*. ONU. <https://www.un.org/es/sections/issues-depth/population/index.html>
- Ortiz, A., Sarriegi, J. M., & Santos, J. (2006). Modelización de variables Soft. *Revista de Dinámica de Sistemas*, 2(1), 67–101.
- Osabutey, E. L. C., & Jackson, T. (2019). The impact on development of technology and knowledge transfer in Chinese MNEs in sub-Saharan Africa: The Ghanaian case. *Technological Forecasting and Social Change*, 148(November 2018), 119725. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.119725>
- Osabutey, E. L. C., Williams, K., & Debrah, Y. A. (2014). The potential for technology and knowledge transfers between foreign and local firms: A study of the construction industry in Ghana. *Journal of World Business*, 49(4), 560–571. <https://doi.org/10.1016/j.jwb.2013.12.009>
- Osborne, J. W., & Costello, A. B. (2004). Sample size and subject to item ratio in principal components analysis. *Practical Assessment, Research and Evaluation*, 9(11).
- Pineda, L. (2014). Colombia frente a la economía de conocimiento, ¿un callejón sin salida? *Estudios Gerenciales*, 29(128), 322–331. <https://doi.org/10.1016/j.estger.2013.09.006>
- PNUD-Habitat. (2020). *Objetivo 11: Ciudades y comunidades sostenibles*. Objetivos de Desarrollo Sostenible. <https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals/goal-11-sustainable-cities-and-communities.html>
- Pombo, O., Rivela, B., & Neila, J. (2016). The challenge of sustainable building renovation: Assessment of current criteria and future outlook. *Journal of Cleaner Production*, 123, 88–100. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.06.137>
- Pretlove, S., & Kade, S. (2016). Post occupancy evaluation of social housing designed and

- built to Code for Sustainable Homes levels 3, 4 and 5. *Energy and Buildings*, 110, 120–134. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.10.014>
- Ramanathan, K. (1991). *Technology assessment at the firm level*. School of Management, Asian Institute of Technology.
- RCN Radio. (2016). *90% de las empresas de construcción están tecnológicamente rezagadas: Camacol*. <https://www.rcnradio.com/economia/90-las-empresas-construccion-estan-tecnologicamente-rezagadas-camacol>
- Republica de Colombia Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010). *Politica Nacional de Producción y Consumo*. http://www.minambiente.gov.co/documentos/normativa/ambiente/politica/polit_nal_pr_ouccion_consumo_sostenible.pdf
- Republica de Colombia Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio. (2015). *RESOLUCIÓN NÚMERO 0549 de 2015* (p. 9). <http://www.minvivienda.gov.co/ResolucionesVivienda/0549 - 2015.pdf>
- Republica de Colombia Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio. (2016). ABC Guía de construcción sostenible para el Ahorro de Agua y Energía en edificaciones nuevas Resolución No. 549 de 2015. In *Republica de Colombia Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio*,.
- Rid, W., Lammers, J., & Zimmermann, S. (2017). Analysing sustainability certification systems in the German housing sector from a theory of social institutions. *Ecological Indicators*, 76, 97–110. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.12.022>
- Rogers, E. (1983). *DIFFUSION OF INNOVATIONS*. The free press. <https://doi.org/10.1007/s10661-014-3885-4>
- Rogers, E. M., & Shoemaker, F. F. (1971). *Communication of innovations: a cross-cultural approach*. Free Press.
- Ruiz Ariza, A., & Jiménez Coronado, A. (2017). Uso y demanda de Tecnologías Verdes en el sector de la construcción en Cartagena de Indias. Una aproximación teórica y práctica. *Saber, Ciencia y Libertad*, 12(2), 83–91. <https://doi.org/10.18041/2382-3240/saber.2017v12n2.1534>

- Saeed, K. (1998). Defining a problem or constructing a reference mode. *16th Conference of the System Dynamics Society*.
- Salimi, N., & Rezaei, J. (2015). Multi-criteria university selection: Formulation and implementation using a fuzzy AHP. *Journal of Systems Science and Systems Engineering*, 24(3), 293–315. <https://doi.org/10.1007/s11518-015-5271-3>
- SENA, & CAMACOL. (2015). *Proyecto de investigación del sector de la construcción de edificaciones en Colombia*.
- Sepasgozar, S. M. E., & Davis, S. (2018). Construction technology adoption cube: An investigation on process, factors, barriers, drivers and decision makers using NVivo and AHP analysis. *Buildings*, 8(6), 12–15. <https://doi.org/10.3390/buildings8060074>
- Sepasgozar, S. M. E., & Davis, S. (2019). Digital construction technology and job-site equipment demonstration: Modelling relationship strategies for technology adoption. *Buildings*, 9(7), 1–33. <https://doi.org/10.3390/BUILDINGS9070158>
- Sexton, M., & Barrett, P. (2004). The role of technology transfer in innovation within small construction firms. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 11(5), 342–348. <https://doi.org/10.1108/09699980410558539>
- Sexton, M., Barrett, P., & Aouad, G. (2006). Motivating small construction companies to adopt new technology. *Building Research and Information*, 34(1), 11–22. <https://doi.org/10.1080/09613210500254474>
- Sexton, M., Barrett, P., Miozzo, M., Wharton, A., & Leho, E. (2001). Innovation in Small Construction Firms: Is It Just a Frame of Mind? *Association of Researchers in Construction Management*, 1(September), 5–7.
- Speser, P. (2006). The Art and Science of Technology Transfer. In *John Wiley & Son, Inc. WILEY*.
- Steinhardt, D. A., & Manley, K. (2016). Adoption of prefabricated housing-the role of country context. *Sustainable Cities and Society*, 22, 126–135. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2016.02.008>
- Sterman, J. D. (2000). BUSINESS_DYNAMICS - systems Thinking and Modeling for Complex World. In *Irwin McGraw-Hill*. Irwin McGraw-Hill.

- Sterman, J. D. (2002). All models are wrong: Reflections on becoming a systems scientist. *System Dynamics Review*, 18(4), 501–531. <https://doi.org/10.1002/sdr.261>
- Superintendencia de sociedades. (2018). *Desempeño del sector construcción edificaciones*. https://www.supersociedades.gov.co/delegatura_aec/estudios_financieros/Documents/Sectores Economicos/ESTUDIO_CONSTRUCCION_EDIFICACIONES.pdf
- Swan, W., Smith, L., Abbot, C., & Smith, L. (2017). Adoption of sustainable retrofit in UK social housing 2010 – 2015. *International Journal of Building Pathology and Adaptation*, 35(5), 456–469. <https://doi.org/10.1108/ijbpa-04-2017-0019>
- Swinerd, C., & McNaught, K. R. (2012). Design classes for hybrid simulations involving agent-based and system dynamics models. *Simulation Modelling Practice and Theory*, 25, 118–133. <https://doi.org/10.1016/j.simpat.2011.09.002>
- SyntheSim. (2002). Guía del Usuario Versión. In *SyntheSim*. <http://www.vensim.com/documentation/vensim.htm>. Los
- UNITED-NATIONS. (1997). *Glossary of environment statistics* (p. 96). United Nations.
- United Nations. (2019). *Department of Economic and Social Affairs, Population Division: World Population Prospects 2019, Volume II: Demographic Profiles: Vol. II*. https://population.un.org/wpp/Publications/Files/WPP2019_PressRelease_ES.pdf
- USGBC. (2020). *LEED Certificates / Directory: projects Colombia*. USGBC. <https://www.usgbc.org/projects?Country=%5B%22Colombia%22%5D>
- Valencia Ricón, M. A. (2019). INFORME DE ASISTENCIA TECNICA ESTUDIO DE MERCADO SECTOR CONSTRUCCIÓN - PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: TECNOLOGÍAS LIMPIAS – FASE 2: El impacto de la transferencia de las tecnologías limpias en la vivienda social en Brasil y Colombia. In *Universidad Católica de Colombia*.
- van Eck, N. J., & Waltman, L. (2019). VOSviewer. In *Leiden University* (1.6.11). Centre for Science and Technology Studies, Leiden University, The Netherlands. <http://www.vosviewer.com/>
- Wahab, S. A., Rose, R. C., Uli, J., & Abdullah, H. (2009). A Review on the Technology

- Transfer Models. *European Journal of Social Sciences*, 10(4), 550–564.
- Wani, R., Kashid, A., Ghatge, A., & Shao, S. (2011). An Overview of Technology Transfer and Technology Transfer Models. *Chemistry*, 06(06), 28.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.bushor.2015.06.005>
- Wei, Y., & Miraglia, S. (2017). Organizational culture and knowledge transfer in project-based organizations: Theoretical insights from a Chinese construction firm. *International Journal of Project Management*, 35(4), 571–585.
<https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2017.02.010>
- Winz, I., Brierley, G., & Trowsdale, S. (2009). The use of system dynamics simulation in water resources management. *Water Resources Management*, 23(7), 1301–1323.
<https://doi.org/10.1007/s11269-008-9328-7>
- Yang, L. R. (2007). Exploring the links between technology usage and project outcomes. *Construction Management and Economics*, 25(10), 1041–1051.
<https://doi.org/10.1080/01446190701598657>
- Zagonel, A. A., & Corbet, T. F. (2006). Levels of Confidence in System Dynamics Modeling: A Pragmatic Approach to Assessment of Dynamic Models. *Proceedings of the 2006 System Dynamics Conference, February*, 137.
- Zea Escamilla, E., Habert, G., & Wohlmuth, E. (2016). When CO2 counts: Sustainability assessment of industrialized bamboo as an alternative for social housing programs in the Philippines. *Building and Environment*, 103, 44–53.
<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2016.04.003>

Anexo 1

Encuesta Sector Construcción VIS.

ENCUESTA SOBRE "VIS"
(Vivienda de Interés Social):

El impacto de la transferencia de las tecnologías limpias en la vivienda social en Brasil y Colombia

Realizado por: Universidad Católica de Colombia, Universidad Pontificia Bolivariana (Colombia) y IMED (Brasil)

Objetivo: Explicar la dinámica que se presenta en el proceso de transferencia de tecnologías limpias en la Vivienda Social en Brasil y Colombia.

Fecha: dd / mm / aa

Nota de confidencialidad: Los investigadores de la presente investigación, se comprometen a conservar el carácter de confidencial de dicha información y en consecuencia restringir el acceso a la información confidencial limitándolo únicamente a aquellas personas vinculadas al proyecto en calidad de investigadores o auxiliares de investigación y que tengan necesidad de conocerla para el desarrollo del proyecto; y por lo tanto a mantener en la más estricta confidencialidad; por ende, no revelar a otras personas físicas o jurídicas cualquier información confidencial, en cualquier formato ni con otros fines distintos al proyecto.

I. PERFIL DE LA ORGANIZACIÓN

- a. Año de creación de empresa: _____ N° de empleados:
- | | |
|------------|--------------------------|
| 1-10 | <input type="checkbox"/> |
| 10-20 | <input type="checkbox"/> |
| 21-50 | <input type="checkbox"/> |
| 51-100 | <input type="checkbox"/> |
| 101-200 | <input type="checkbox"/> |
| 201-500 | <input type="checkbox"/> |
| Más de 501 | ¿Cuántos? _____ |
- Tipo de sociedad:**
- | | |
|------------------------------------|--------------------------|
| Sociedad Colectiva | <input type="checkbox"/> |
| Sociedad limitada | <input type="checkbox"/> |
| Sociedad En comandita Simple | <input type="checkbox"/> |
| Sociedad Anónima Simplificada | <input type="checkbox"/> |
| Sociedad Anónima | <input type="checkbox"/> |
| Sociedad En comandita por Acciones | <input type="checkbox"/> |
| Sociedad Unipersonal | <input type="checkbox"/> |
- b. ¿Su empresa realiza procesos de innovación? No Sí ⇒ ¿Qué tipos de procesos ha desarrollado?
- | | | | |
|----------------------------------|--------------------------|---|--------------------------|
| Producción de bienes y servicios | <input type="checkbox"/> | Sistema de Información y comunicación | <input type="checkbox"/> |
| Distribución y Logística | <input type="checkbox"/> | Administración y Gestión | <input type="checkbox"/> |
| Mercadeo y Ventas | <input type="checkbox"/> | Desarrollo de producto y procesos de negocios | <input type="checkbox"/> |
- c. ¿Tiene su empresa un departamento de I+D+I? Sí No

II. DESARROLLO DE PROYECTOS

2. a. En los últimos cinco (5) años su empresa ha comprado o desarrollado:

Patentes	⇒	<input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Sí	⇒ De qué tipo? ⇒	<input type="checkbox"/> Producto
Productos de carácter tecnológico	⇒	<input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Sí		<input type="checkbox"/> Proceso
Nueva tecnología "de tipo limpio"	⇒	<input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Sí		<input type="checkbox"/> Organización

- b. Considera que al desarrollar procesos de innovación; su organización se enfrenta a que "tipo de dificultades":

Apoyo del gobierno e instituciones encargadas	<input type="checkbox"/>	Capacidades Técnicas	<input type="checkbox"/>
Capacidades internas de la organización	<input type="checkbox"/>	Financieras	<input type="checkbox"/>
Capacitación y asesoría profesional	<input type="checkbox"/>	Jurídicas	<input type="checkbox"/>
Sistemas de Información y comunicación	<input type="checkbox"/>	Personal calificado	<input type="checkbox"/>

- c. ¿Su organización tiene personal en investigación?

 No sabe, no responde (N/R) N/R No Sí ⇒

¿Cuántos? _____	⇒	¿Su personal en investigación esta categorizado en Colciencias?	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
	⇒	¿Tiene laboratorios propios?	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No

- d. ¿Su personal participa en eventos de carácter tecnológico?

Sí <input type="checkbox"/>	⇒	¿Cuáles? ⇒	Siempre	Alguna veces		Siempre	Alguna veces	
No <input type="checkbox"/>		Charla	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Feria	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
No sabe, no responde (N/R) <input type="checkbox"/>		Conferencia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Ponencia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Congreso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Seminario	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Convención	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Simposio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Curso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Otro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

e. ¿La organización tiene la posibilidad de acceder a laboratorios para investigar? SI No N/R

f. ¿La organización realiza acuerdos o contratos de transferencia tecnológica ?

N/R No SI ⇒ Cuantos al año: _____

III. MODELOS DE TRANSFERENCIA

3. a. ¿Desarrolla su organización estrategias de producto orientados en tecnologías limpias? SI No

b. Si su empresa adopta una nueva tecnología: ¿Cuánto tiempo utiliza para evaluarla?

Desconozco el tiempo 1 semana 1 - 2 meses 6 - 9 meses 2 - 3 años
 15 días 3 - 4 meses 9 - 12 meses 3 - 4 años
 1 mes 5 - 6 meses 1 año 5 o más años

c. Considera que la aceptación y adaptación de una nueva tecnología en su empresa es:

Muy difícil Difícil Neutro Fácil Muy fácil

d. Considera que las tecnologías limpias le aportan a:

La competitividad de la organización Mejorar los proyectos a ofrecer
 Tener mayor capacidad de innovación Todas las anteriores
 Mejorar las construcciones Ninguna de las anteriores

e. En los últimos cinco (5) años ha realizado estudios de mercado en:

No SI ⇒ Análisis de Mercado
 Análisis del Cliente
 Análisis de la Competencia
 Tecnologías Limpias
 Otro ¿Cuál? _____

4. a. ¿La empresa desarrolla proyectos orientados a construcciones sostenibles?

No SI ⇒ Cuantos al año: _____

↓
Desde que año tiene proyectos orientados en construcciones sostenibles: _____

b. ¿La organización conoce y aplica la normatividad sobre construcciones sostenibles?

No Si ¿Cuál? ⇒

	Si	No	Algunas veces
Manejado por un consultor externo			
Resoluciones 030 / 463 de 2018			
CONPES3919			
Decreto 1285 de 2015			
Resolución 0549 de 2015			

c. ¿Cuál de estas tres tecnologías sostenibles utiliza en su empresa?

TIPO DE TECNOLOGÍA	ESCALA DE APLICACIÓN	BENEFICIO
<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> No Apropiada	Pequeña	Diseño, reutilizo y/o mezclo tecnologías
<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> No Limpia	En serie	Controlo y/o reduzco del impacto ambiental en el ciclo de vida
<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> No Final de tubo	General	Disminuyo el impacto ambiental en los desechos al final del proceso
<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> No Ninguna de la anteriores		

d. ¿En los últimos dos (2) años ha participado en eventos que promocionen nuevas tecnologías en el sector de la construcción?

Si No Algunas veces

5 a. Si no aplica construcciones sostenibles pase por favor a la pregunta 5b ...

a.1. De uno a diez, siendo diez (10) el mejor puntaje:

Menor Puntaje 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Mayor Puntaje

¿Cuánto impacta económicamente la norma en la ejecución de sus proyectos?

b. ¿Cuáles de estas tecnologías aplica en el diseño y construcción de edificaciones en su empresa?

Energía por biomasa Gestión de residuos de obra Materiales sostenibles
 Energía solar térmica Insulación térmica Reutilización de agua lluvia
 Energía térmica Jardines verticales Techos verdes Ninguna

c. En los proyectos de diseño y construcción:

¿Realiza cálculos para la reducción de CO2? Sí No
 ¿Utiliza o aplica la certificación Casa Colombia? Sí No
 ¿Utiliza materiales con ciclo de vida bajo en consumo energético? Sí No

d. ¿Participa en eventos de difusión de la certificación Casa Colombia?

Sí No

¿Conoce otro tipo de certificación energética?

EDGE Passivhaus
 LEED Otro. ¿Cuál? _____
 BREEAM

e. ¿Considera que la certificación Casa Colombia le permite a su empresa?

Cumplir con la norma Reducir costos de operación de obra
 Innovar en el mercado Reducir impactos ambientales
 Mejorar los procesos de construcción de la edificación

IV. ESTRATEGIA DE MERCADO

6. a. ¿Desarrolla su organización producción en serie en los procesos constructivos tradicionales?

Sí No Lo maneja, Consultor Externo CE

1. Sistemas en Situ:	Sí	No	2. Sistemas industrializados:	Sí	No
Mampostería estructural	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Sistema CONTECH	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mampostería confinada	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Sistema OUTINORD	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sistema de pórticos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Paneles prefabricados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

b. ¿Desde los sistemas de producción en serie su organización aplica tecnologías limpias?

	Sí	No	Algunas veces
Aislamiento térmico de la fachada	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Aplicación de estrategias de diseño sostenible	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Materiales reciclados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nuevos materiales constructivos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Reciclaje de desperdicios	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sistemas de ahorro energético	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sistemas de reciclaje de agua	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

c. ¿Ha realizado algún tipo de incorporación de tecnologías para mejorar los procesos de innovación?

No Sí

Acuerdos tecnológicos Propiedad intelectual
 Licenciamiento Protección jurídica
 Marcas registradas Secreto industrial
 Patentes Otra, cuál? _____

d. ¿Ha utilizado algún tipo de financiación para la compra de una nueva tecnología? No Si Cuál? _____

e. ¿Tiene experiencia en proceso de innovación? _____

No Si ⇒

<input type="checkbox"/> Difusión Tecnológica	<input type="checkbox"/> Comercialización Tecnológica
<input type="checkbox"/> Investigación y Desarrollo	<input type="checkbox"/> Otro, cuál? _____
<input type="checkbox"/> Transferencia Tecnológica	

↓

¿Cuántos años de experiencia tiene en procesos de innovación? _____

7. a. ¿Cuales considera que son las principales "dificultades" para implementar procesos de innovación?

<input type="checkbox"/> Capacitación y asesoría	<input type="checkbox"/> Presupuesto	<input type="checkbox"/> Tener convenios y contratos	<input type="checkbox"/> Falta de Tiempo
<input type="checkbox"/> Investigación y desarrollo	<input type="checkbox"/> Financiación	<input type="checkbox"/> Tener personal experto	<input type="checkbox"/> Otro, cuál? _____

b. En su empresa: ¿Qué clase de barreras se presentan cuando se transfiere una tecnología?

TECNICAS		POLITICAS		FINANCIERAS	
Falta de información confiable	Si No	Legislación sin aplicar/Coordinar	Si No	Falta de apoyo financiero-bancos	Si No
Información centralizada	Si No	Falta de información normativa	Si No	Falta de incentivos fiscales	Si No
Falta de divulgación	Si No	Exceso de trámites	Si No	Falta de presupuesto	Si No

c. En su empresa: ¿Los procesos de transferencia tecnológica son un beneficio?

-				+
Muy poco beneficio	Poco beneficio	Regular beneficio	Alto beneficio	Muy alto beneficio

d. En su empresa: ¿La compra de tecnología genera nuevos desarrollos en los procesos de innovación?

-				+
Muy poca innovación	Poco innovación	Regular innovación	Alta innovación	Muy alta innovación

8. Autorización de uso de datos:

La Universidad Católica de Colombia, como responsable del tratamiento de los datos personales aquí consignados, en cumplimiento de la ley 1581 de 2012 y del decreto 1377 de 2013 informa al titular de los datos personales que le asisten los siguientes derechos: Conocer, actualizar y rectificar sus datos personales; solicitar prueba de la autorización otorgada; conocer el uso que se le ha dado a sus datos; revocar la autorización y/o solicitar la supresión del dato; acceder a sus datos personales y en general todos los derechos consignados en el artículo 8 de la ley 1581.

- La información obtenida para el tratamiento de mis datos personales la he suministrado de forma voluntaria y es verídica.
- La Universidad Católica de Colombia garantizará la confidencialidad, y seguridad de mis datos.

Se firma en la ciudad de _____, a los _____ días del mes de _____ del año _____.

Firma: _____

Nombre: _____

Identificación: _____

Si acepto No acepto

Agradecemos la colaboración y el tiempo que ha dedicado a realizar esta encuesta.