

ISSN: 2594-0937

REVISTA ELECTRÓNICA MENSUAL

Debates sobre *i*nnovación

DICIEMBRE
2019

VOLUMEN 3
NÚMERO 2

XVIII Congreso Latino Iberoamericano de Gestión Tecnológica
ALTEC 2019 Medellín



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA
METROPOLITANA
Unidad Xochimilco



MEGI
MAESTRÍA EN ECONOMÍA, GESTIÓN
Y POLÍTICAS DE INNOVACIÓN



LALICS

LATIN AMERICAN NETWORK FOR ECONOMICS OF LEARNING,
INNOVATION AND COMPETENCE BUILDING SYSTEMS

Modelo de comprensión de las barreras y oportunidades de la transferencia de tecnología limpia en la industria de la construcción. Un estado del arte.

Rolando-Arturo Cubillos-Gonzalez

Universidad Pontificia Bolivariana, Doctorado en Gestión de la Tecnología y la Innovación, Colombia
rolando.cubillos@upb.edu.co

Resumen

La necesidad de innovación en el sector de la construcción en Colombia ha llevado a identificar que las construcciones sostenibles son la base para que el sector sea competitivo a nivel local e internacional. En este aspecto las empresas constructoras colombianas consideran necesario un mejoramiento en los procesos de innovación que permitan orientar el mercado hacia parámetros de sostenibilidad. Un elemento importante para el desarrollo exitoso del proceso de innovación en la industria de la construcción en Colombia es la transferencia de tecnología, ya que por medio de esta se mejora la capacidad de las empresas de construcción para absorber y utilizar nuevas tecnologías. En el caso de las construcciones sostenibles la transferencia de tecnologías limpias se convierte en un factor importante para los procesos de innovación de la industria de la construcción en Colombia. Por otro lado, el desarrollo innovativo del sector construcción a nivel internacional conduce a las empresas constructoras colombianas a cerrar su brecha tecnológica obligándolas a alcanzar mayores niveles de productividad y eficiencia. El objetivo de este estudio es analizar el papel de la transferencia de tecnologías limpias en el sector de la construcción en Colombia. El propósito metodológico de este estudio fue una revisión del estado del arte de la transferencia de tecnologías limpias en el sector de la construcción a nivel internacional. El resultado fue la construcción de un modelo que permite identificar las barreras y oportunidades de la transferencia de tecnologías limpias en el sector de la construcción en Colombia.

Palabras clave

Transferencia de tecnología, Cambio tecnológico, Desarrollo sostenible.

1 Introducción

La adopción de tecnologías limpias en la producción de construcciones sostenibles es fundamental para implementar la sostenibilidad dentro de la industria de la construcción en Colombia. En este sentido se observan que muchas barreras y oportunidades influyen en la aceptación de este tipo de tecnologías. Por tanto, valorar estas barreras y oportunidades es esencial para la promoción exitosa de la adopción de las tecnologías limpias en el sector de la construcción.

En este contexto, la transferencia de tecnologías limpias al sector de la construcción en Colombia se convierte en un factor clave para fortalecer la necesidad de innovación que en los últimos años ha identificado la industria de la construcción (SENA & CAMACOL, 2015). Sin embargo, al parecer no se identifican estudios nacionales sobre el papel de la transferencia de las tecnologías limpias en el sector construcción, los cuales desarrollen modelos que expliquen las barreras y oportunidades de este tipo de transferencia tecnológica.

Por otro lado, la transferencia de tecnología es un elemento importante para el proceso de innovación que puede transformar y complementar las tecnologías actuales para crear y mantener

mejores niveles de desempeño (Sexton et al., 1999). En este sentido, se identifica que el desempeño en la industria de la construcción mejora a través de la transferencia de tecnología y está influenciado por la capacidad de las empresas de construcción para absorber y utilizar una nueva tecnología.

Es así como, autores como Sexton & Barrett (2004) afirman que el papel de la transferencia de tecnología en la innovación de las empresas de construcción en general, y las pequeñas empresas en particular, es poco conocido y existe una clara necesidad de estudio. Habría que decir también, que en la actualidad en el contexto colombiano se tiende a ver la transferencia de tecnología como un ejercicio desarticulado del proceso de innovación. Efectivamente, según una encuesta realizada por Camacol en el 2018 a sus afiliados, un 39 % considera que se presenta una falta de innovación en el mercado. Mientras que un 32% plantea que se presenta una baja adopción de nuevas tecnologías (ver Figura 1).

Limitaciones de productividad Industria de la construcción en Colombia



Figura 1. Limitaciones de productividad industria de la construcción en Colombia. Fuente: Elaboración propia. Basado en los datos de la encuesta de afiliados Camacol 2018

Este artículo tiene como objetivo modelar las diversas barrera y oportunidades en la adopción de las tecnologías limpias en el sector construcción en Colombia. La estructura de este artículo es la siguiente. Primero, se presentarán un resumen de la revisión literaria relacionada con el papel de la transferencia de tecnología. Para ello, se identificarán las barreras tecnológicas, las estrategias tecnológicas, la transferencia tecnología, la adopción tecnológica. En segundo lugar, se propone un modelo de comprensión de las barreras y oportunidades de la transferencia tecnológica en la industria de la construcción en Colombia. Tercero, se propone un modelo de articulación del proceso de transferencia tecnológica para la industria de la construcción articulado al sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. Por último, se presentan las conclusiones y las referencias.

2 Metodología

El propósito metodológico fue el de realizar una revisión literaria de artículos científicos resultado de investigación que permitan elaborar un estado del arte que nos conduzcan a la construcción de un modelo conceptual que identifique las barreras y oportunidades del proceso de innovación en la industria de la construcción, además de reconocer el papel que tiene la transferencia de las tecnologías limpias en este proceso. Para ello, se establecieron las siguientes variables de estudio: 1) Barreras tecnológicas (technological barriers). 2) estrategia tecnológica (technological strategy). 3) Transferencia tecnológica (technology transfer). 4) Promoción tecnológica (technological promotion) y Adopción tecnológica (technological adoption). Por otro lado, se estableció un objetivo metodológico general y tres objetivos metodológicos secundarios. Estos fueron:

- El objetivo metodológico principal fue el de seleccionar el material de publicaciones primarias para la construcción del modelo conceptual.
- Los objetivos metodológicos secundarios fueron: 1) seleccionar artículos indexados publicados entre los años 2008 al 2018. 2) Clasificar el material encontrado por temas de acuerdo con las variables seleccionadas y mencionadas anteriormente. 3) Realizar una revisión sistemática en bases de datos científicas.

La Tabla 1 presenta los nueve países más significativos relacionados con las variables de estudio. Se destaca el Reino Unido con un nivel de citación muy alto (1882 citas), seguido de los estados Unidos (1142 citas) y en tercer lugar Australia (264 citas). En la Ilustración 1 se observa el nivel de intensidad de enlace entre los nueve, destacándose Estados Unidos (con un nivel de intensidad de 7), seguido de China y el Reino Unido (con un nivel de intensidad de 6 respectivamente) y finalmente Hong Kong (Con un nivel de intensidad de 4). Lo que significa que estos cuatro países han desarrollado un nivel fuerte de investigación e interconexión de las variables de estudio.

Número	País	Documentos revisados	Número de citaciones	intensidad total de enlaces
1	Estados Unidos	36	1142	7
2	China	8	35	6
3	Reino Unido	34	1882	6
4	Hong Kong	7	59	4
5	Australia	18	264	3
6	Turkia	5	185	3
7	Malasia	10	53	2
8	España	5	37	1
9	Países Bajos	10	237	0

Tabla 1. Revisión documental. Fuente: Elaboración propia. Basado en el análisis realizado en el programa VOSviewer V. 1.6.11.

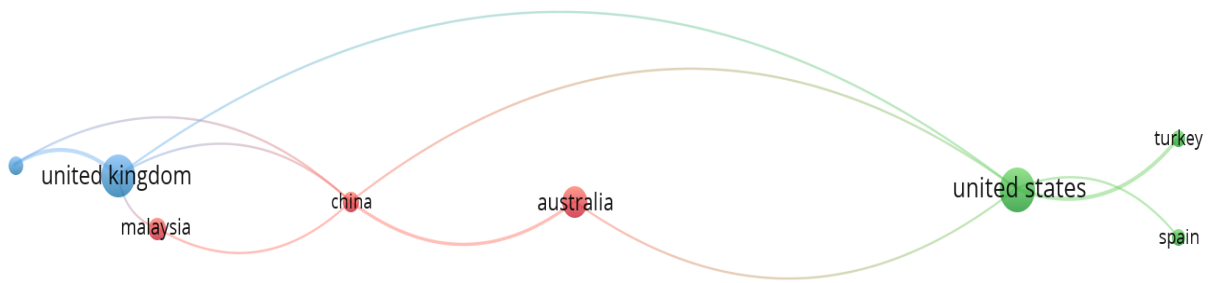


Ilustración 1. Red de relaciones de los países los 9 países más destacados en relación con las cinco variables de estudio. Fuente: Elaboración propia. Basado en el análisis realizado en el programa VOSviewer V. 1.6.11.

La Ilustración 2 muestra el grado de relevancia de las palabras claves y el campo del resumen. En donde se observa, en primer lugar, el termino Firma Constructora con un grado de concurrencia de 147 y un grado de relevancia de 1,25. Seguido del término innovación con un grado de concurrencias de 130 y un grado de relevancia de 1,09. Lo que significa un alto interés sobre estos dos temas, en relación con las cinco variables seleccionadas. La Ilustración 2 confirma el grado de densidad e interés por estos dos temas. Finalmente, en la Tabla 2. Marco teórico referencial autores más relevantes.

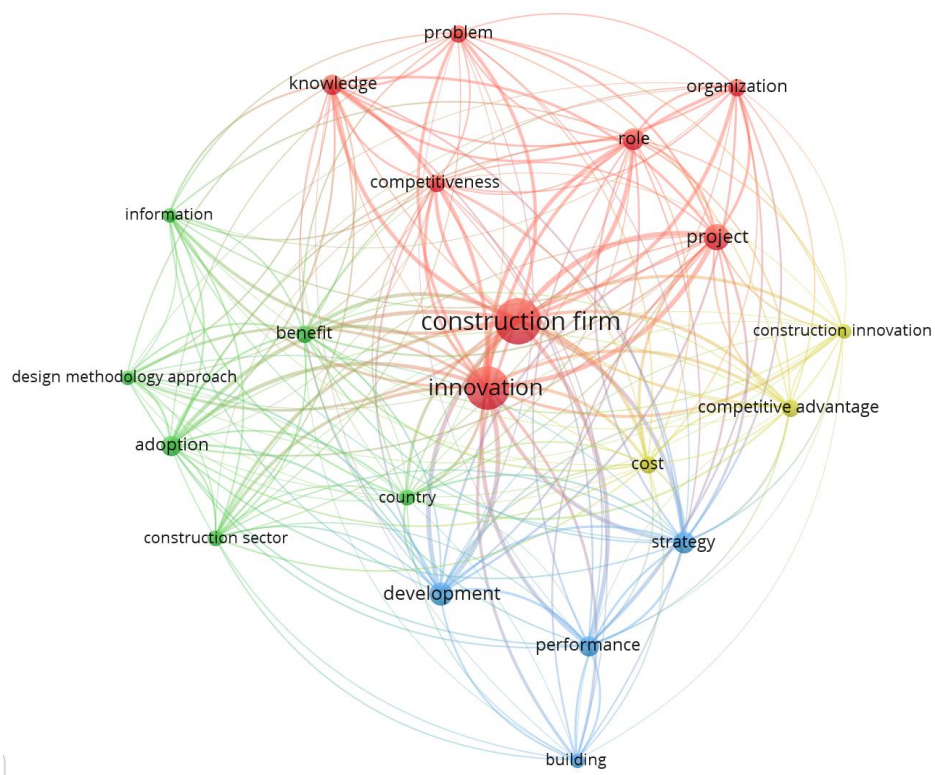


Ilustración 2. Relación de palabras claves. Fuente: Elaboración propia. Basado en el análisis realizado en el programa VOSviewer V. 1.6.11.

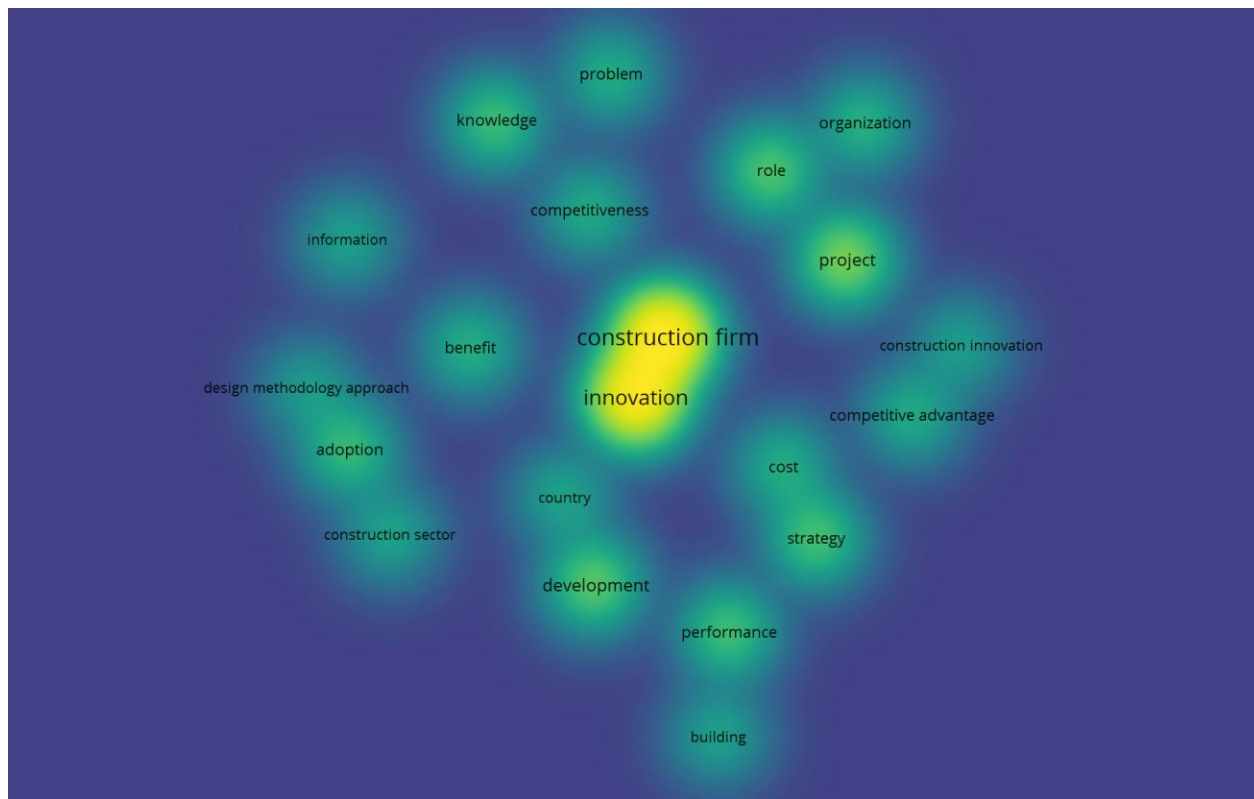


Ilustración 3. Grado de densidad de las palabras claves y los campos del resumen. Fuente: Elaboración propia. Basado en el análisis realizado en el programa VOSviewer V. 1.6.11.

MARCO TEÓRICO REFERENCIAL					
Construcciones sostenibles					
Barreras tecnológicas	Estrategias tecnológica	Transferencia tecnológica	Promoción tecnológica	Adopción tecnológica	
(Chan et al, 2018) (Darko et al, 2018) (Gan et al, 2018) (Ghisellini et al, 2018)	(Leung, 2018) (Chan et al, 2017) (Chang et al, 2016)	(Yin et al, 2018) (Ockwell et al, 2016) (Lam et al, 2015)	(Ghisellini et al, 2018) (Darko et al, 2017) (Persson et al, 2015)	(Wang et al, 2018) (Hwang et al, 2017) (Dwaikat et al, 2016)	
Planificación urbana y urbanismo					
Barreras tecnológicas	Estrategias tecnológica	Transferencia tecnológica	Promoción tecnológica	Adopción tecnológica	
N/A	(Balaban et al, 2017) (Hagbert et al, 2013) (Labanca et al, 2015)	N/A	N/A	N/A	

Tabla 2. Marco teórico referencial autores más relevantes. Fuente: Elaboración propia.

3 Transferencia tecnológica

La transferencia tecnológica juega un papel importante en el desarrollo de las capacidades innovativas del sector construcción. Efectivamente, según algunos estudios recientes (Yin & Li, 2018) se han propuesto modelos de juego estocástico diferenciales de tecnologías limpias aplicadas al sector de la construcción. Estas propuestas a partir de simulaciones permiten observar el comportamiento de la transferencia tecnológica desde las perspectivas de las instituciones de investigación académica y aplicarla a los escenarios de creación de empresas en el área de la construcción. Asimismo, el ejercicio permite la simulación de institutos de investigación en colaboración con el Sistema de innovación (SI). Según los autores, este estudio contribuirá a la transferencia de tecnologías limpias en el sector de la construcción, proporcionando mecanismos de incentivo a la industria.

Por otro lado, el desarrollo de las construcciones sostenibles por parte de la industria de la construcción frente a la mitigación del cambio climático se hace crucial para el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible propuestos por la ONU. Para ello, se requiere de la aplicación de tecnologías limpias en la industria de la construcción. En este sentido, otros estudios (Ockwell & Byrne, 2016) exponen como el Comité Ejecutivo de Tecnología (CET) de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) convocó recientemente un taller para comprender cómo el fortalecimiento de los sistemas nacionales de innovación (SNI) podría ayudar a fomentar la transferencia de tecnologías climáticas a los países en desarrollo. Según los autores, fomentar el fortalecimiento de los sistemas de innovación tiene potencial para ser un mecanismo transformador de política internacional para la transferencia de tecnología limpia.

Asimismo, los autores explican que basado en el Mecanismo de Tecnología (MT), se podría extender de manera útil y apoyar los sistemas de innovación relevantes para el clima y desarrollar capacidades tecnológicas que formen la base de un cambio tecnológico transformador y compatible con el clima y el desarrollo. Por ejemplo, otros estudios (Lam, Chan, Yu, Cam, & Yu, 2015) plantean que bajo el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) del Protocolo de Kioto, los países de todo el mundo pueden cooperar enfrentando el cambio climático mediante el comercio de emisiones, lo que permite una situación de gana-gana al recuperar el ambiente en los países en desarrollo. Según los autores, aunque el potencial el ahorro de energía es significativo, solo hay un número limitado de proyectos en la industria de la construcción registrados como Proyectos MDL. Por tanto, se hace necesario explotar la aplicabilidad de los mecanismos MDL en el sector de la construcción.

4 Barreras tecnológicas

Según estudios realizados las tres mayores barreras que se presentan en la adopción de las tecnologías limpias aplicadas a las construcciones sostenibles en los países en vía de desarrollo son (Chan, Darko, Olanipekun, & Ameyaw, 2018): 1) mayores costes en la adopción de las tecnologías. 2) Falta de incentivos gubernamentales para transferir dichas tecnologías al sector construcción y 3) falta de esquemas de financiamiento para el apoyo al desarrollo tecnológico de las tecnologías limpias.

Asimismo, en este sentido otros estudios mostraron que (Darko et al., 2018): 1) las barreras relacionadas con el gobierno tienen una influencia negativa significativa en la adopción de las tecnologías limpias. 2) los factores relacionados con las empresas tienen una influencia positiva importante en la aceptación tecnológica; y 3) Las estrategias de reglamentos y apoyo a la I + D tendrían influencias positivas en el patrocinio de las tecnologías limpias. Paralelamente, otros estudios (Gan, Chang, & Wen, 2018) identifican que conceptos como el de Construcción Fuera del Sitio (CFS) con sus diversas ventajas ha sido considerado como un enfoque prometedor para abordar el Problema de la implementación de las tecnologías limpias en los países en desarrollo. Sin embargo, promover la adopción de CFS es de hecho una tarea que aún enfrenta múltiples barreras. Sobre todo, en lo que respecta a la colaboración de los interesados mediante la integración de recursos.

Pues bien, los autores de este estudio concluyeron que la industria de la construcción puede potencialmente abordar estas barreras. Para ello, otros estudios (Ghisellini, Ripa, & Ulgiati, 2018) proponen que una manera de superar estas barreras es la implementación de la economía circular (EC) como nuevo modelo de desarrollo económico que promueve la máxima reutilización de materiales, bienes y componentes para reducir la generación de residuos al mayor grado. En este sentido, los autores enfatizan que el objetivo de este tipo de economía es innovar toda la cadena de producción, consumo, distribución y recuperación de materiales y energía según una visión de cuna a cuna. Por tanto, es de gran importancia identificar la relación existente entre la implementación de la transferencia de tecnologías limpias y su relación con este tipo de modelos económicos en el sector de la construcción.

5 Adopción tecnológica

Estudios como el de Wang, Zhang, Su, & Deng (2018) exponen que es importante una comprensión de los problemas clave que afectan la adopción de las tecnologías limpias en el sector de la construcción. Por ejemplo, proponen los autores entender la adopción de las tecnologías limpias desde la perspectiva de las encuestas a diferentes diseñadores y empresas constructoras. Los resultados del estudio realizados por ellos, identificó que los factores como la motivación de adopción tecnológica, la capacidad de la tecnología y el conocimiento sobre la tecnología a aplicar son los factores significativos que afectan los comportamientos de adopción tecnológica en los diseñadores. Sin embargo, es de anotar que la gestión de tecnologías limpias no tiene un efecto significativo sobre el comportamiento de adopción tecnológica que tiene los diseñadores.

Desde otro punto de vista, para el contexto colombiano se determina que el sector de la construcción en Colombia es un sector clave de producción (Vargas, 2015). Si bien desde el año 1997, en Colombia se han formulado políticas públicas para la implantación de tecnologías limpias, se observa que en el caso del sector de la construcción y particularmente en el de vivienda social, la implantación de este tipo de tecnologías no ha tenido la repercusión esperada. Según el SENA & CAMACOL (2015) las empresas del sector de la construcción en Colombia demandan un 2,1% en tecnologías orientadas al reciclaje de materiales, un 9,8% demandan en la gestión remota de los proyectos, un 13,3% demandan en tecnologías orientadas a la eficiencia energética y un 14,1% demandan en el consumo de fibra de carbono y materiales ligeros.

Otro punto importante para tener en cuenta, es que según el sector de la construcción sufre en la actualidad un cambio tecnológico con un rezago de 20 años (SENA & CAMACOL, 2015). Por

tanto, la innovación en este contexto es una oportunidad de desarrollo de la industria de la construcción para ser más competitivo a nivel internacional. Estos cambios hacia la innovación se orientan hacia la implementación de lo que el sector ha llamado tecnologías ecoeficientes. En este contexto la transferencia tecnológica de los países industrializados a países en vía de desarrollo se hace prioritaria ya que es por medio de este proceso que se puede reducir la brecha tecnológica entre las tecnologías tradicionales y las tecnologías limpias.

6 Promoción tecnológica

Volvamos ahora la mirada hacia la promoción tecnológica. Según estudios (Ghisellini, Ji, Liu, & Ulgiati, 2018) la producción más limpia como enfoque preventivo a los problemas ambientales se está mostrando como adecuada para abordar los impactos ambientales del sector de la construcción para la transición hacia la Construcción sostenible. Si se tiene en cuenta que, otros estudios (Darko, Chan, Owusu-Manu, & Ameyaw, 2017) afirman que la adopción de tecnologías limpias es fundamental para implementar la sostenibilidad dentro de la industria de la construcción. Muchas barreras, impulsores y estrategias de promoción influyen en la adopción de este tipo de tecnología. Para los autores es fundamental apreciar las barreras, los impulsores y las estrategias de promoción. En este sentido, los autores observan que la aceptación de estas tres variables son el núcleo para la promoción exitosa de la adopción tecnológica en el sector de la construcción.

Es prudente advertir que, otros estudios (Persson & Grönkvist, 2015) proponen investigar desde la perspectiva de las empresas constructoras, la importancia de las barreras para la implementación de tecnologías limpias para las construcciones de viviendas energéticamente eficientes en Suecia. En efecto, las barreras incluyen una amplia gama de temas que deben ser considerados. Por ejemplo, las normas nacionales de construcción, que no se consideran relevantes cuando se trata del consumo de energía. Además, es de vital importancia hacer un énfasis en el desarrollo de procesos que incluyan un análisis del ciclo de vida en el cual participen diferentes actores, incluyendo a las entidades financieras, así como los agentes inmobiliarios, los cuales podrían desarrollar una visión integral que aporte en los procesos de gestión del sector construcción.

7 Estrategias tecnológicas

Respecto a las estrategias tecnológicas aplicadas a la industria de la construcción, la revisión literaria encontró como resultado que algunos estudios afirman (Leung, 2018) que alrededor del 30% en promedio de los usos totales de energía en los países modernos proviene del consumo de energía de las construcciones existentes. Por lo que es importante desarrollar estrategias de consumo energético a través de tecnologías limpias que reduzcan el gasto de este tipo de edificaciones.

En este sentido, los autores consultados afirman que el apoyo y la promoción del gobierno para este tipo de tecnologías son cruciales para fortalecer la sostenibilidad en el sector de la construcción. Sin embargo, existen estudios empíricos limitados (Chan et al, 2017) que identifican Las estrategias para promover la adopción de tecnologías limpias que se aplican internacionalmente, estas son: 1) Incentivos financieros en el mercado para los adoptantes de tecnologías limpias en el sector construcción. 2) disponibilidad de mejor información sobre los costos y beneficios de las tecnologías limpias. 3) políticas y regulaciones gubernamentales obligatorias sobre tecnologías limpias en el sector de la construcción y, por último, etiquetado y

clasificación de materiales con tecnologías limpias. Según otros estudios (Chang et al, 2016) otra estrategia para la promoción de la construcción sostenible se relaciona con el fortalecimiento de las leyes, las políticas y las regulaciones.

Además, se identifican cuatro funciones principales conectados a este tema: la regulación, el control, los incentivos económicos y las actividades de apoyo. Según los autores revisados, para la promoción de la construcción sostenible es de gran importancia incluir el fortalecimiento de la innovación tecnológica y la mejora de los estándares orientados a una producción más limpia.

Habría que decir también, que se identifica que un factor clave son las construcciones en el área urbana. Al respecto estudios (Balaban & Puppim de Oliveira, 2017) identifican que las altas concentraciones de personas y las actividades económicas en las zonas urbanas han fortalecido los vínculos entre las ciudades, la salud y el ambiente. Según estos autores, entre los diferentes elementos del entorno urbano construido, los edificios merecen particular atención por su gran aporte a los problemas ambientales y de salud. Para los autores una estrategia tecnológica desde la visión urbana sería que el sector público acelerara la aplicación de tecnologías limpias y la producción de construcciones sostenibles, incluido el apoyo fiscal, la asistencia técnica y la implementación de políticas.

No es extraño pues que otros estudios (Hagbert, Mangold, & Femenías, 2013) planteen que las visiones globales y locales para entornos de vida sostenibles están cada vez más respaldadas por políticas y estrategias en el sector de la construcción, particularmente en la producción de vivienda. Según los autores, las posibilidades para el sector de la vivienda se dan en el reconocimiento de nuevas formas de desarrollo, donde se requiere una perspectiva sistémica en la alineación entre cómo la industria de la construcción, la política y el mercado perciben el desarrollo de la vivienda.

8 Tecnologías limpias aplicadas al sector de la construcción en Colombia

En resumen, la transferencia de tecnologías limpias juega un papel en el desarrollo de las capacidades innovativas del sector construcción. Porque, permiten observar el comportamiento de la transferencia tecnológica desde las perspectivas de las instituciones y admite aplicarla a escenarios de emprendimiento e innovación en este sector. Por otro lado, aplicar la transferencia de tecnologías limpias en la producción de construcciones sostenibles por parte de la industria, es crucial para el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible propuestos por la ONU.

Una alternativa es la aplicación de los Mecanismos de Desarrollo Limpio en el sector de la construcción, ya que este es uno de los sectores que poco ha explorado esta herramienta para los procesos de innovación. Desde el punto de vista del contexto colombiano se identifica que la implantación de este tipo de tecnologías no ha tenido la repercusión esperada. Por lo que ha llegado el momento de afirmar que es necesario plantear estrategias para el fortalecimiento de los procesos de transferencia de tecnologías limpias en el mercado de la construcción en Colombia como impulsor de los procesos de innovación del sector.

9 Resultados

Como resultado se presenta a continuación el modelo de comprensión de las barreras y oportunidades de la transferencia tecnológica en la industria de la construcción en Colombia (ver Figura 2).

9.1.1 Barreras

Dentro de los estudios realizados por la Industria de la construcción en Colombia, el mercado se enfrenta en términos de barreras al incremento del cambio climático, el cual requiere de acciones de mitigación que presionan al mercado para el desarrollo de modelos que fomenten las edificaciones sostenibles, para ello el mercado de la construcción enfrenta los siguientes retos que debe implementar en los próximos años: 1) la eficiencia energética. 2) la eficiencia hídrica. 3) el uso de materiales de construcción de baja energía interna. 4) la calidad ambiental interior. 5) la sostenibilidad del lugar. 6) el entorno de la edificación y 7) la sostenibilidad urbana (SENA & CAMACOL, 2015). En el contexto Colombiano se identificaron las siguientes barreras para la implementación de la transferencia de tecnologías limpias en la industria de la construcción: 1) permanencia del sector en los procesos tradicionales de alto impacto ambiental y 2) la permanencia de las tecnologías convencionales.

9.1.2 Permanencia del sector en los procesos tradicionales de alto impacto ambiental

Aunque la industria de la construcción ha realizado esfuerzos considerables en los últimos 15 años para implementar modelos de sostenibilidad, la respuesta ha sido lenta en el mercado. Efectivamente, según el estudio realizado por el SENA & CAMACOL (2015) el sector de la construcción en Colombia presenta una necesidad tecnológica en la mejora en parámetros de sostenibilidad en un 56,8 %, mientras que el sector demanda la implementación de materiales orientados a tecnologías sostenibles en un 60,5 %. Lo cual conduce a la vez a que el sector requiera la mejora de procesos de construcción en un 86,75 % y a implementar mejores prácticas de la gestión de proyectos en un 84,3 % (ver Ilustración 4).

Por lo tanto, el sector de la construcción ha intentado superar las barreras que se presentan desarrollando cooperaciones internacionales como por ejemplo con entidades como el International Financial Cooperation (IFC) que ofrece su apoyo para la elaboración de códigos de construcción sostenible. De la misma manera, Colombia ha venido desarrollando reglamentaciones orientadas a un segmento de carácter obligatorio y a sugerir aspectos de aplicación voluntaria.

Áreas donde las empresas consideran necesario el desarrollo de tecnología

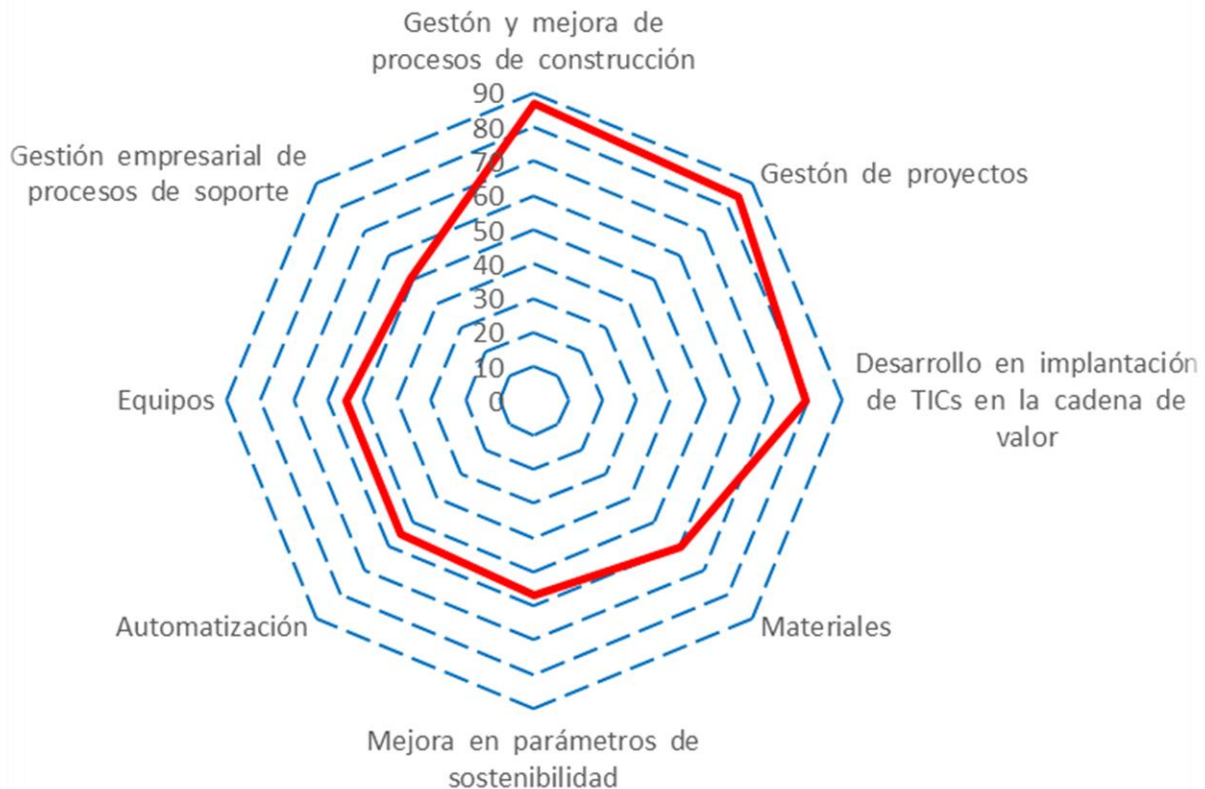


Ilustración 4. Áreas donde las empresas consideran necesario el desarrollo de tecnología. Fuente: Elaboración propia. Basado en los datos de (SENA & CAMACOL, 2015).

9.1.3 Permanencia de las tecnologías convencionales

El sector de la construcción sufre en la actualidad un cambio tecnológico con un rezago de 20 años (SENA & CAMACOL, 2015). Por tanto, este retraso se convierte en una barrera para el desarrollo de procesos de innovación y transferencia tecnológica en el sector. Esto hace que el mercado nacional pierda capacidad y competitividad a nivel internacional. En este contexto la transferencia tecnológica de los países industrializados a países en vía de desarrollo se hace prioritaria ya que es por medio de este proceso que se puede reducir la brecha tecnológica entre las tecnologías tradicionales y las tecnologías limpias.

9.2 Oportunidades

Para el contexto Colombiano se identificaron las siguientes oportunidades para la implementación de la transferencia de tecnologías limpias en la industria de la construcción: 1) Innovación del sector hacia la mitigación del impacto ambiental y 2) Cambio tecnológico orientado a una producción limpia.

9.2.1 Innovación del sector hacia la mitigación del impacto ambiental

Superar la barrera del costo beneficio de las tecnologías tradicionales implica una nueva visión de modelos de negocio orientados a la sostenibilidad. Las tecnologías limpias dan esta posibilidad al estar relacionadas con un estudio eficiente de los ciclos de vida de la producción y los procesos de construcción. Así mismo, La transferencia de tecnologías limpias permite impulsar nuevos modelos de negocio, ya que considera el desarrollo e intercambio de tecnologías en diferentes niveles, sean estos locales, regionales, nacionales e internacionales. Aquí juega un papel importante la aplicación de técnicas de implementación de sostenibilidad como, por ejemplo, los Mecanismos de Producción Limpia que han sido poco explorados por la Industria de la Construcción en Colombia.

9.2.2 Cambio tecnológico orientado a una producción limpia

Una producción más limpia permite que el sector de la construcción industrialice y automatice sus procesos constructivos y oriente acciones más eficientes para mitigar los impactos ambientales. Asimismo, la producción limpia permite introducir en el sector conceptos como el análisis de ciclo de vida tanto en los procesos constructivos, así como en la producción de materiales y productos relacionados con el sector. En este sentido se presenta la oportunidad de fortalecer los modelos de negocio de las firmas constructoras involucrando unidades de I+D y Unidades de transferencia tecnológica que le permitan mejores prácticas en el mercado.



Figura 2. Modelo de barreras y oportunidades de la transferencia de tecnologías limpias en la industria de la construcción en Colombia. Fuente Elaboración propia.

En este sentido, autores como Yin & Li (2018) proponen que la adopción tecnológica es un impulsor de la transferencia tecnológica a partir de la relación de la Universidad, las Empresas del Sector Construcción y las Instituciones Gubernamentales. Dentro de las 22 variables que propone

para que esta situación se dé, se destacan tres variables para el caso Colombiano, estas son (ver Figura 3): 1) Apoyo crediticio, 2) subvención del gobierno al proceso de innovación del sector construcción e 3) identificación de las capacidades de innovación de las empresas del sector.



Figura 3. Variables de transferencia tecnológica para el caso colombiano. Fuente: Elaboración propia.

9.2.2.1 Propuesta para la implementación de una estrategia de innovación por medio de la transferencia tecnológica

Para finalizar, es importante implementar una estrategia para el fomento de la innovación por medio de la Transferencia tecnológica en el sector de la construcción. Para ello, la estrategia estará compuesta de las siguientes fases (ver Figura 4).

9.2.2.2 Proceso de innovación en las Firmas constructoras.

la estrategia busca satisfacer la necesidad de sostenibilidad a partir del desarrollo de procesos de innovación por medio de unidades de I+D orientadas a solucionar las necesidades de la producción de construcciones sostenibles.

9.2.2.3 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.

9.2.2.4 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.

9.2.2.5 Estrategias de fortalecimiento del proceso de innovación.

La identificación de estrategias para orientar el mercado por parte de las firmas constructoras permite que los procesos de transición entre la transferencia y las estrategias de mercado permiten la venta de nuevos productos y servicios en la Industria de la construcción desde la perspectiva de la sostenibilidad.



Figura 4. Estrategia para el fomento de la innovación por medio de la Transferencia tecnológica. Fuente: Elaboración propia.

10 Conclusiones

El sector de la construcción en Colombia se identifica como un sector primario de producción. En los últimos años la necesidad de innovación tecnológica en el sector ha llevado a identificar que la necesidad de responder a insuficiencias de sostenibilidad y permitirá al sector ser competitivo a nivel local e internacional. Para ello, es de vital importancia entender la relación existente entre el

sector de la construcción y el desarrollo de proyectos de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+I), así como la implementación de modelos de transferencia tecnológica.

Se identifica que es de vital importancia el fortalecimiento de variables como: 1) Apoyo crediticio, 2) subvención del gobierno al proceso de innovación del sector construcción y 3) identificación de las capacidades de innovación de las empresas del sector. Entonces, este tipo de fortalecimiento es importante para implementar una estrategia que fomente la innovación por medio de la Transferencia Tecnológica en el sector de la construcción.

Esta estrategia puede ser viable si: 1) se busca satisfacer la necesidad de sostenibilidad a partir del desarrollo de procesos de innovación; 2) se identifican las nuevas tecnologías limpias que pueden ser desarrolladas potencialmente en el mercado; 3) se fortalecen las políticas de producción limpia para empujar la adopción de las tecnologías y jalonar la oportunidad de comercialización de dichas tecnologías en el mercado y por último 4) se fomenta la transferencia tecnológica y las estrategias de mercado para nuevos productos y servicios en la Industria de la construcción.

Por tanto, se concluye finalmente que 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, esta primera aproximación al estado del arte permite identificar los elementos que conducen a una óptima toma de decisiones en el proceso de transferencia de tecnologías limpias en el sector de la construcción.

Referencias

- Balaban, O., & Puppim de Oliveira, J. A. (2017). Sustainable buildings for healthier cities: assessing the co-benefits of green buildings in Japan. *Journal of Cleaner Production*, *163*, S68–S78. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.01.086>
- Chan, A. P. C., Darko, A., Olanipekun, A. O., & Ameyaw, E. E. (2018). Critical barriers to green building technologies adoption in developing countries: The case of Ghana. *Journal of Cleaner Production*, *172*, 1067–1079. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.10.235>
- Darko, A., Chan, A. P. C., Owusu-Manu, D. G., & Ameyaw, E. E. (2017). Drivers for implementing green building technologies: An international survey of experts. *Journal of Cleaner Production*, *145*, 386–394. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.01.043>
- 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>
- Gan, X., Chang, R., & Wen, T. (2018). Overcoming barriers to off-site construction through engaging stakeholders: A two-mode social network analysis. *Journal of Cleaner Production*, *201*, 735–747. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.07.299>
- Ghisellini, P., Ji, X., Liu, G., & Ulgiati, S. (2018). Evaluating the transition towards cleaner production in the construction and demolition sector of China: A review. *Journal of Cleaner Production*, *195*, 418–434. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.05.084>

- Ghisellini, P., Ripa, M., & Ulgiati, S. (2018). Exploring environmental and economic costs and benefits of a circular economy approach to the construction and demolition sector. A literature review. *Journal of Cleaner Production*, *178*, 618–643. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.11.207>
- Hagbert, P., Mangold, M., & Femenías, P. (2013). Paradoxes and possibilities for a “green” housing sector: A swedish case. *Sustainability (Switzerland)*, *5*(5), 2018–2035. <https://doi.org/10.3390/su5052018>
- Lam, P. T. I., Chan, E. H. W., Yu, A. T. W., Cam, W. C. N., & Yu, J. S. (2015). Applicability of clean development mechanism to the Hong Kong building sector. *Journal of Cleaner Production*, *109*, 271–283. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.05.141>
- Leung, B. C. M. (2018). Greening existing buildings [GEB] strategies. *Energy Reports*, *4*, 159–206. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2018.01.003>
- Ockwell, D., & Byrne, R. (2016). Improving technology transfer through national systems of innovation: climate relevant innovation-system builders (CRIBs). *Climate Policy*, *16*(7), 836–854. <https://doi.org/10.1080/14693062.2015.1052958>
- Persson, J., & Grönkvist, S. (2015). Drivers for and barriers to low-energy buildings in Sweden. *Journal of Cleaner Production*, *109*, 296–304. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.09.094>
- SENA, & CAMACOL. (2015). *Proyecto de investigación del sector de la construcción de edificaciones en Colombia*.
- 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>
- Vargas, J. C. (2015). *Análisis Sector Construcción en Colombia*. PMI Colombia. <https://doi.org/10.1002/mrc.1530>
- Wang, W., Zhang, S., Su, Y., & Deng, X. (2018). Key factors to green building technologies adoption in developing countries: The perspective of Chinese Designers. *Sustainability (Switzerland)*, *10*(11). <https://doi.org/10.3390/su10114135>
- Yin, S., & Li, B. (2018). Transferring green building technologies from academic research institutes to building enterprises in the development of urban green building: A stochastic differential game approach. *Sustainable Cities and Society*, *39*(March), 631–638. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.03.025>