

Capítulo 2. CONSIDERACIONES
TEÓRICAS SOBRE EL SECTOR
DE LA CONSTRUCCIÓN Y LAS
CARACTERÍSTICAS DE SU GESTIÓN

The background image shows a person in a plaid shirt sitting at a desk. The desk is covered with various business-related items: a laptop displaying a bar chart, a calculator, a pen, and several documents with charts and tables. The overall scene is in grayscale, emphasizing a professional and analytical atmosphere.

Los proyectos de construcción se forjan en la temporalidad y a partir de un conjunto de diferentes organizaciones multitemporales, a menudo involucrando un alto número de stakeholders y abundantes actores y fenómenos que integran la cultura, geografía, clima, conocimientos, campos de especialización, prácticas, recursos, roles, tipos de organización, funciones de grupo e individuales (Unterhitzenberger & Bryde, 2019).

Por lo tanto, se deben integrar e identificar factores que inciden en el desarrollo económico del sector como responsable de la creación de infraestructura útil en el desarrollo social. Lo anterior se considera en diversas visiones y evaluaciones externas que conforman el sector de la construcción, considerando su fragmentación, individualidad, impactos económicos, tecnologías accesibles y pertinentes. Asimismo, se genera una mayor necesidad de trabajo de coordinación y colaboración para los individuos (Bruns, 2013).

Además, debido a los cambios generados por el desarrollo tecnológico e innovación en todos los espectros que conforman las actividades humanas, existen nuevas concepciones, formulaciones y aplicaciones en los componentes que integran un proyecto de construcción. Esto con el fin de atender el aumento de los diversos requerimientos por diferentes usuarios

finales (stakeholders, sponsors, oficina de proyectos, gerentes de proyecto y construcción, entre otros) (Xia & Chan, 2012).

El sector de la construcción es fundamental para el cumplimiento de estos fines y dada su complejidad abarca múltiples aspectos de las actividades desarrolladas en las sociedades modernas (Chu, Strand, & Fjelland, 2003; Dao, Kermanshachi, Shane, Anderson, & Hare, 2016b, 2016a; Kermanshachi, Dao, Rouhanizadeh, Shane, & Anderson, 2020; Wood & Gidado, 2008; Xia & Chan, 2012). No obstante, para el entendimiento de estos factores se consideran características críticas en las dinámicas económicas, que determinan las medidas apropiadas para la consecución satisfactoria de los resultados esperados, reconociendo ampliamente los factores externos, los cuales influyen en la formulación de proyectos específicos y su inversión.

Por lo tanto, existe un consenso global en la complejidad de los proyectos de construcción, sustentado en los entornos cambiantes y su relación con el aumento de variables que inciden en esta clase de proyectos, producto de la interacción entre diversos factores con propiedades dinámicas e inciertas (Luo, He, Xie, Yang, & Wu, 2016; Trinh & Feng, 2020). Asimismo, se deben considerar los numerosos conjuntos de elementos independientes que interactúan entre sí continuamente, en diferentes formas, organizados y reorganizados espontáneamente en estructuras cada vez más elaboradas a lo largo del tiempo.

Lo anterior es afectado por fuentes de complejidad cada vez mayores, como el creciente número de miembros de la cadena de suministro, las nuevas alternativas tecnológicas que implican producción fuera de

las instalaciones, el creciente número de reglamentos y los enfoques innovadores de adquisición (Bakhshi, Ireland, & Gorod, 2016; Kermanshachi et al., 2020; Peñaloza, Saurin, & Formoso, 2020).

En concordancia con el implacable avance del desarrollo humano, este se ha sostenido en gran parte por el robustecimiento continuo de técnicas metodológicas y científicas que buscan establecer y controlar fenómenos, encontrándose con lo imprevisible, inesperado y complicado. Sin embargo, estas acciones se dificultan en los actuales mercados globalizados, con rápido ritmo de cambio, con la intensa competencia, que incluyen la volatilidad de los mercados y disposiciones políticas, a menudo observadas en confluencia y constante cambio.

Estos factores deben abordarse junto con la manifestación de aquellas casualidades que conforman un proyecto complejo (Friedli, Mundt, & Thomas, 2014). Además, debe concatenarse con las demandas de los interesados o stakeholders cada vez más heterogéneas, diferentes y sofisticadas, en corriente con el incremento de competitividad. De modo que el mercado reacciona regularmente con la introducción de nueva y mayor variedad de productos en ciclos de vida más cortos, donde, transversalmente, la continua innovación obliga a las organizaciones a reconocer una mayor complejidad en las estrategias y proyectos ejecutados por las organizaciones (Gerald, Maylor, & Williams, 2011; Project Management Institute (PMI), 2013; Schuh, Rebentisch, Riesener, Mattern, & Fey, 2017).

Asimismo, las actuales condiciones sociales abarcan una enorme gama de actividades específicas, cambiantes y complejas. Sin embargo, son cada una de

ellas importantes en diferentes aspectos, definiendo la utilización de cierta obra civil y relacionando las labores entre consumidores y productores de una manera particular. Estas relaciones sociales proporcionan el contexto para una subestimación de la economía del sector de la construcción en los tres sectores de la economía (extracción de materias primas, transformación de estas por procesos de manufactura y la prestación de servicios), permitiendo establecer la construcción como actividad económica global (Dang & Sui Pheng, 2015).

Por lo anterior, la importancia del sector de la construcción se produce en mejoras, mayor eficiencia y productividad en una región, a causa del impacto en la generación de empleo, comercio de materias primas y desarrollo de infraestructura. Sin embargo, la construcción se establece únicamente como actividad económica enfocada en la última etapa del proceso constructivo, la cual consiste en el trabajo físico realizado en el lugar de producción, sin incluir los procesos y servicios en la gestión de proyectos, planificación, diseño, así como de extracción, transformación y utilización de materiales acorde a los procesos constructivos para la creación de infraestructura. Esta actividad se define en la Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las Actividades Económicas (Naciones Unidas, 2009) y adaptada en Colombia por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística –DANE, 2012.

De este modo, la industria de la construcción desempeña un papel central en la economía de cualquier país e impacta como componente esencial en la función social, soportado por el Estado y coadyuvado por el sector privado, configurándose como uno de los sectores más representativos del crecimiento económico global, relacionado con otros sectores gracias

al desarrollo que induce en otras actividades productivas (Kirchberger, 2018; Sui Pheng & Shing Hou, 2019). Asimismo, los requisitos en la industria de la construcción dentro de la economía global exigen una respuesta rápida a nuevas o existentes necesidades de los clientes. Debido a que el sector enfrenta problemas de productividad en comparación con otras industrias (Hankammer, Nielsen, Piller, & Schuh, 2017).

Lo anterior ha permitido sustentar parte de las investigaciones relacionadas con proyectos de construcción de alcance en otros sectores de la economía. Están centradas en la identificación de atributos que inciden y los caracterizan, recopilando variables que ayudan a determinar las prácticas de planificación y control, establecer aquellos factores que dificultan el alcance de metas y objetivos que influyen en el tiempo, costo y calidad de un proyecto (Baccarini, 1996).

Asimismo, el impacto generado en las organizaciones del sector y su alcance se debe identificar en relación con la complejidad del sector de la construcción, conformado por sus proyectos, su impacto en diferentes actividades económicas y en la complejidad organizacional, reflejada en la definición de los proyectos como la unión de tareas que contiene muchos elementos interdependientes.

Estas características se relacionan con la complejidad de técnicas, definida por los procesos de transformación, donde esta variable suele considerarse y describirse como independiente, que limita la aplicabilidad de instrumentos de medición y métodos con prácticas óptimas, como medio para lograr un mejor rendimiento de la ejecución de los proyecto, reduciendo los excesos de costos, retrasos en el calendarios,

mal rendimiento, entre otros problemas (Ahn, Shokri, Lee, Haas, & Haas, 2017; Ellinas, Allan, & Johansson, 2018; Kermanshachi & Safapour, 2018; Luo et al., 2016; Remington & Pollack, 2010). Estas debacles son posiblemente causadas por la no consideración de los sistemas complejos que embeben la dinámica empresarial, definidos por múltiples atributos, como la diversidad, variabilidad, la no linealidad y sus correlaciones.

Una comprensión cabal de la complejidad debe incluir la mayor cantidad de factores preponderantes en proyectos, lo cual es esencial para una gestión eficaz, facilitándola durante todo su ciclo de vida. No obstante, estos aspectos actualmente son difíciles de cumplir. De modo que, muchos investigadores se han centrado en este tema (Kermanshachi & Safapour, 2018; Luo et al., 2016; Peñaloza et al., 2020). Asimismo, esta comprensión de la complejidad aporta ventajas competitivas en las organizaciones, mediante el desarrollo de proyectos nuevos y mejorados. Además de utilizarse para mejorar las aptitudes de innovación y aumentar la rentabilidad y el crecimiento de los sectores económicos (Molepo, Marnewick, & Joseph, 2019).

2.1 El sector de la construcción

La construcción se refiere al proceso de producción del entorno construido, incluyendo todas y cada una de las actividades que contribuyen a la creación de un determinado tipo de objeto como edificios, puentes, presas y otras estructuras fijas. Lo anterior se configura como objetos del entorno construido que en la práctica se suelen analizar en función de sus elementos, como la subestructura, superestructura, los acabados y servicios. Asimismo, muchas de estas actividades ocurren antes de que los materiales y compuestos lleguen al

lugar, lo cual constituye diversas actividades desde la concepción, diseño y ejecución. Los objetos del entorno construido incluyen edificios y otras estructuras fijas (Ive & Gruneberg, 2000; Sui Pheng & Shing Hou, 2019).

Esta definición se integra con la formulada por Dang & Sui Pheng, 2015; Moavenzadeh, 1978 como *“un sector de la economía que, mediante la planificación, diseño, la construcción, mantenimiento, reparación, y operación, transforma diversos recursos en instalaciones construidas”*, forjando un producto único en lugar de productos en serie. Además, las particularidades del sector se generan habitualmente en entornos complejos y remotos, abordando simultáneamente la geografía, condiciones del sitio e infraestructura existente en constante cambio.

Por otra parte, es frecuente el alto grado de riesgo en conjunto con el requerimiento de una amplia gama de requisitos de comunidades o stakeholders, directamente e indirectamente involucrados. Si bien, generalmente no hay oportunidad de producir un prototipo o modelo genérico, un proyecto de construcción puede realizarse en fases, a fin de brindar la oportunidad de examinar y perfeccionar el diseño del proyecto, estrategia de ejecución y validación en los riesgos involucrados en la intención de inversión (Pheng & Hou, 2019; Project Management Institute, 2016).

Toda la producción del sector de la construcción comparte una característica común en la generación de productos, independientemente de su uso, fijados en un lugar geográfico delimitado, donde cada proceso constructivo permite la convergencia de diversas actividades económicas. Por consiguiente, como referencia a mercados específicos, estos se relacionan con el tipo

de actividad a desarrollar como las edificaciones de vivienda, las cuales han proporcionado espacios para el desarrollo de actividades residenciales o comerciales que tienen lugar dentro de estas estructuras.

Además, la infraestructura vincula espacios geográficos delimitados en diferentes configuraciones destinadas a suplir la demanda de actividades inherentes al desarrollo humano, como el movimiento, la distribución o la transferencia de mercancías y personas en el espacio, mediante construcción de carreteras, ferrocarriles u otros sistemas de transporte, al igual que la energía eléctrica, gas, agua, entre otros servicios públicos paralelamente a la transferencia de información, por sistemas de infraestructura y de telecomunicaciones.

Estas dinámicas son coherentes con las acciones humanas en la sociedad moderna, donde todos los sectores de la economía participan en todas las actividades que conducen a la producción de bienes y servicios. De modo que una serie de especialidades han evolucionado a partir de la economía convencional, como la economía del transporte, economía de la salud, economía empresarial, economía financiera, economía agrícola, economía laboral, economía internacional e, incluso, la economía ecológica (Ive & Gruneberg, 2000; Myers, 2017a).

A esta diversidad de funciones se añade la mezcla de especialistas en el equipo de trabajo y contratistas, en conjunto con el surtimiento de procesos administrativos rigurosos con entidades de control, abarcados mediante empresas u organizaciones dedicadas profesionalmente al proceso de construcción. Lo anterior se ha realizado por la prestación de servicios de consul-

toría en materia de planificación, diseño, supervisión y gestión, incluyendo la realización de trabajos de ejecución en las obras, como contratistas y constructores donde estas empresas u organizaciones, a su vez, suelen tener una estrecha relación con los sponsors o stakeholders (Sui Pheng & Shing Hou, 2019).

2.1.1 El sector de la construcción como actividad económica

Las condiciones sociales abarcan una enorme gama de actividades específicas y cambiantes. Sin embargo, cada una es importante en diferentes aspectos, definiendo la utilización de cierta obra civil y relacionando las labores entre consumidores y productores de una manera particular. Estas relaciones sociales proporcionan el contexto para una subestimación del sector de la construcción en los tres niveles de la economía, permitiendo establecer la construcción como actividad económica (Dang & Sui Pheng, 2015).

A nivel mundial, la construcción es uno de los sectores más grandes, con un gasto de 10 billones de dólares en bienes y servicios cada año. Asimismo, se proyecta que el gasto en construcción alcanzará 12,4 billones de dólares para el 2022 (Li, Greenwood, & Kassem, 2019). Debido a la importancia del sector, se producen mejoras de eficiencia y productividad en una región, a causa del impacto en la generación de empleo, cercano al 7% de la población mundial en edad de trabajar. Asimismo, el comercio de materias primas y desarrollo de infraestructura se observa en un incremento del 10% (1,39 billones de dólares) en los ingresos registrados durante el 2018 comparados con el 2017 (Deloitte, 2019b).

En Colombia, la construcción representa uno de los sectores con mayor demanda de empleo, con un incremento del 10.5% (Departamento Administrativo Nacional de Estadística -DANE, 2019a), ejerciendo un efecto multiplicador de la economía (Ndlela, 2018; Sarmiento-Rojas, Medina Suárez, & Gutiérrez-junco, 2018). La Figura 1 expone esquemáticamente la influencia del sector de la construcción en tres grandes ramas de la economía, definidas como primaria, secundaria y terciaria, que reflejan las diferentes etapas de producción.

El sector primario se ocupa de la apropiación directa de los recursos naturales vinculados a la explotación del subsuelo con fines económicos, donde el sector de la construcción impulsa la demanda en la explotación de canteras, para la consecución de precursores en la elaboración de materiales de construcción. En el sector secundario, las industrias utilizan los productos del sector primario y una serie de operaciones los convierten o transforman para ser utilizados por los usuarios finales. Asimismo, incluye todas las industrias manufactureras, donde las empresas de construcción operan en un entorno con rápidos cambios en la demanda de nuevos tipos de construcciones, soportados por nuevos procesos de producción, distribución y consumo. Lo anterior está ligado a las nuevas técnicas para la extracción de materias primas, procesamiento, fabricación y comercialización. En el uso de materiales, el sector de la construcción es el mayor consumidor mundial, especialmente de cemento, considerado como el mayor material manufacturado (Scrivener, John, & Gartner, 2018; Uwasu, Hara, & Yabar, 2014). La producción de cemento sigue una tendencia de crecimiento que alcanza las $2,8 \times 10^9$ toneladas a nivel mundial y se espera un incremento de $6,9 \times 10^9$ toneladas para el 2050

(Isaksson, 2016). Lo anterior define al cemento como un producto industrial indispensable para los procesos constructivos y el desarrollo económico.



Figura 1. Esquema del sector de la construcción en los tres sectores de producción de la economía. a). Sector primario, explotación de minas y canteras; b). Sector secundario, proceso de manufactura de materiales y construcción de infraestructura; c). Sector terciario, venta de servicios.

Fuente: elaboración propia.

Igualmente, en los últimos años, el sector de la construcción enfrenta grandes retos en términos de gestión de recursos materiales, implicando el uso eficaz de los mismos a través de la mitigación de contaminación, nuevas tecnologías y equipos de construcción, así como la implementación de procesos para el trabajo en obra y la cantidad de recursos energéticos invertidos

en el proceso de producción, dado que los edificios son el mayor consumidor individual de energía en todo el mundo (Arriagada D., 2019; Giesekam, Barrett, & Taylor, 2016; Hankammer et al., 2017; Olivier & Peters, 2018; U.S. Geological Survey, 2018; Uwasu et al., 2014).

Lo anterior aporta a otras industrias del sector secundario como las destinadas a producción de energía eléctrica e hídrica y construcción de infraestructura. Los productos de estos dos primeros sectores se denominan bienes, los productos del sector terciario se denominan servicios, considerados de carácter mixto a diferencia de los dos primeros sectores. De este modo, el sector servicios incluye la distribución física general de los bienes, desde su transporte fuera de su lugar de producción hasta su lugar de venta o consumo. Como parte del proceso de distribución, este sector incluye la venta al por mayor y al por menor de bienes.

Otros servicios incluidos en el sector terciario de la economía son los servicios prestados a los consumidores, donde a diferencia de los bienes producidos en los sectores primario y secundario, no pueden almacenarse o no son tangibles. Además, este sector incluye la prestación de servicios financieros, esencialmente representados en activos y derechos legales de propiedad de los bienes y servicios físicos (Ive & Gruneberg, 2000; Sui Pheng & Shing Hou, 2019).

Sin embargo, la construcción se establece únicamente como actividad económica enfocada en la última etapa de procesos constructivos para la creación de infraestructura, definida en la Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las Actividades Económicas (Naciones Unidas, 2009) y adaptada en Colombia por el (Departamento Administrativo

Nacional de Estadística –DANE, 2012) como el Título F. No obstante, la gestión de proyectos para actividades de construcción, arquitectura, ingeniería de diseño, y fabricación de materiales de construcción se enumeran en diferentes categorías distintas a la actividad definida como construcción, diferenciadas principalmente por clasificaciones fiscales y manejo estadístico adecuado.

La producción generada por el sector de la construcción incluye diversas actividades, desde la concepción, diseño y ejecución, que incluye el esbozo de componentes, y una visión de los productos finales. La ejecución implica la preparación del lugar, el traslado y la elaboración de los materiales, la realización de subconjuntos y el montaje final.

Asimismo, este abarca una diversa gama de empresas u organizaciones dedicadas profesionalmente al proceso de construcción. Además, estas empresas u organizaciones, a su vez, suelen tener una estrecha relación con los clientes y los financiadores (Pheng & Hou, 2019). En resumen, la Figura 2 expone el entramado de actividades económicas que directamente participan en el sector de la construcción. La industria de la construcción es uno de los sectores más representativos del crecimiento económico global (Kirchberger, 2018; Sui Pheng & Shing Hou, 2019). Así, los requisitos en la industria de la construcción dentro de la economía global exigen una respuesta rápida a nuevas o existentes necesidades de los clientes. Este fenómeno se deriva directamente de las características de los productos de la industria, descritos anteriormente.

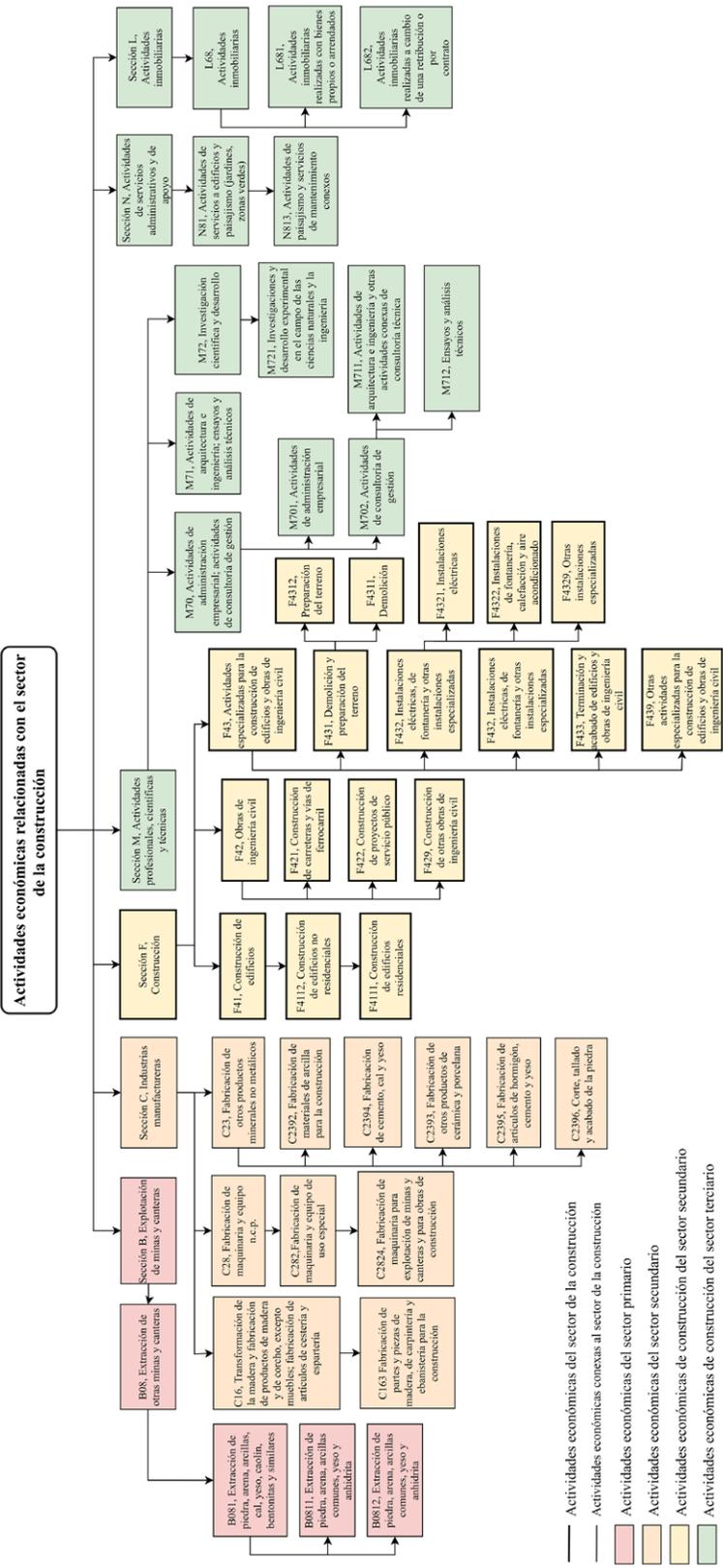


Figura 2. Actividades económicas influencias por el sector de la construcción en Colombia.

Fuente: elaboración propia a partir de la clasificación CIU en Colombia

Además, la sectorización por los tres niveles de participación en el sector de la construcción es útil para obtener una imagen completa de la industria, dada la complejidad de actividades inmersas, especialmente en los productos finales, donde este tipo de información suele ser de gran importancia para los fines de la planificación económica. Asimismo, algunos investigadores han propuesto que la construcción debería considerarse como una actividad económica de nivel de proyecto y han cuestionado si la construcción es una industria, sector o varias industrias (Ive & Gruneberg, 2000).

2.1.2 La gestión del conocimiento en proyectos de construcción

Los problemas del desarrollo económico son complejos y multidimensionales, lo cual ha dado lugar a la elaboración de una serie de teorías, explicaciones, argumentos y afirmaciones. No obstante, no es clara la integración de los mercados, que actualmente tienen un carácter global, junto con las complejas relaciones entre diversos actores en la actividad de construcción del sector público y el cliente privado.

Lo anterior es impulsado por el aumento de la utilización de la tecnología de la información y las pautas de adquisición se han alejado de los métodos tradicionales de diseño-licitación-construcción para pasar a métodos de diseño, junto con la gestión de la construcción. (Fellows, Langford, Newsombe, & Urry, 2002). Así, dentro de los medios académicos y empresariales colombianos, se concede especial importancia a la educación y la capacitación en los campos del desarrollo y la gestión de proyectos como consecuencia del claro reconocimiento de su relevancia para el desarrollo humano, económico y social; así como la influencia

de esos campos en la ejecución de la actividad constructiva (Giraldo González, Pulido Casas, & Leal Coronado, 2013).

Además, existe una relación entre factores que afectan la complejidad y su éxito en proyectos de construcción, formulados en la Figura 3. Así que se está prestando una atención a la identificación y el análisis de características fundamentales que exhiben estos factores junto con el entorno económico, considerado como una respuesta o adaptación a la globalización.

Si el éxito es definido como la entrega de un producto que satisface las expectativas de los interesados, los hechos demuestran claramente que la industria de la construcción tiene un historial defectuoso en este sentido, donde los grandes proyectos han estado sujetos a sobrecostos y tiempos mayores a los planeados inicialmente. De modo que, el rendimiento del producto a menudo no satisface las expectativas previamente planteadas.

Además, la rentabilidad de la industria ha sido cuestionada y los grandes inversores están reconsiderando su exposición a ciertos sectores de la economía. (Fewings & Henjewe, 2019). Por lo tanto, es necesario hacer cambios costosos a medida que el proyecto avanza. Por consiguiente, se han formulado diferentes estándares o guías que consideran algunas características inherentes a proyectos de construcción como el área de gestión financiera de proyectos, estrictamente definidos por los requisitos en resultados, costos, limitaciones de tiempo y el entorno. Lo anterior permite gestionar y finalizar los proyectos de forma eficaz y eficiente de acuerdo a las restricciones establecidas, para cumplir con un objetivo social (Burger, Verster, &

Zulch, 2015; Fernández-Sánchez & Rodríguez-López, 2010; Pinzón & Remolina, 2017; Project Management Institute (PMI), 2016; Project Management Institute, 2016; Sánchez Jiménez, 2017). Estos componentes se describen en la Figura 3.

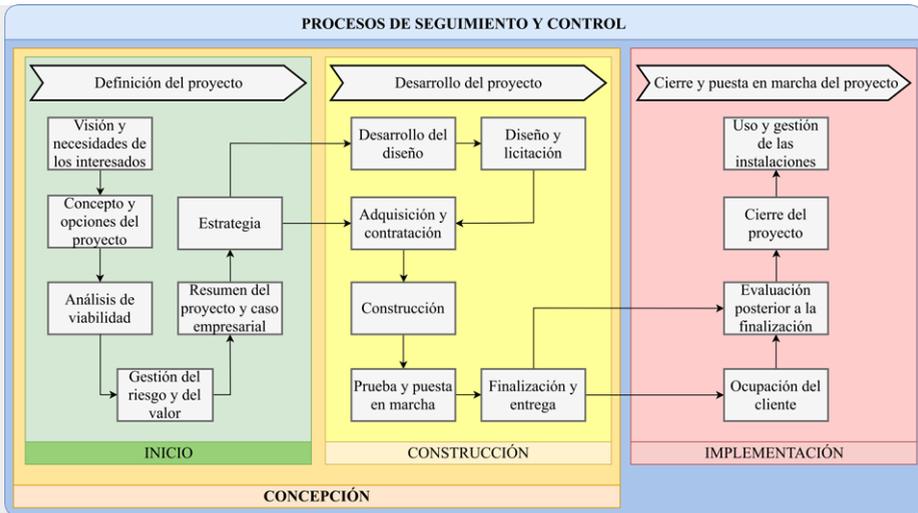


Figura 3. Procesos para el desarrollo en proyectos de construcción.

Fuente: modificado de Construction Project Management, An Integrated Approach por Fewings & Henjeweile, 2019 y Code of Practice for Development for Construction and Project Management, Chartered Institute of Building, 2014.

Las fases expuestas en la Figura 3 son dirigidas por un gerente en proyectos de construcción y están regidas por la combinación de conocimientos técnicos y experiencia con habilidades que puedan asegurar la coordinación y comunicación efectiva de las partes que lo componen (Dziekoński, 2017). Lo anterior se ha realizado mediante la gestión de relaciones de ingeniería entre labores de organización, planificación, financiación, el elemento humano en la producción y organizaciones de investigación. Los gerentes de ingeniería deben entender e integrar variables y restricciones organizacionales, técnicas, externas

y de comportamiento para lograr tareas y objetivos predeterminados (American Society of Civil Engineers (ASCE), 2008).

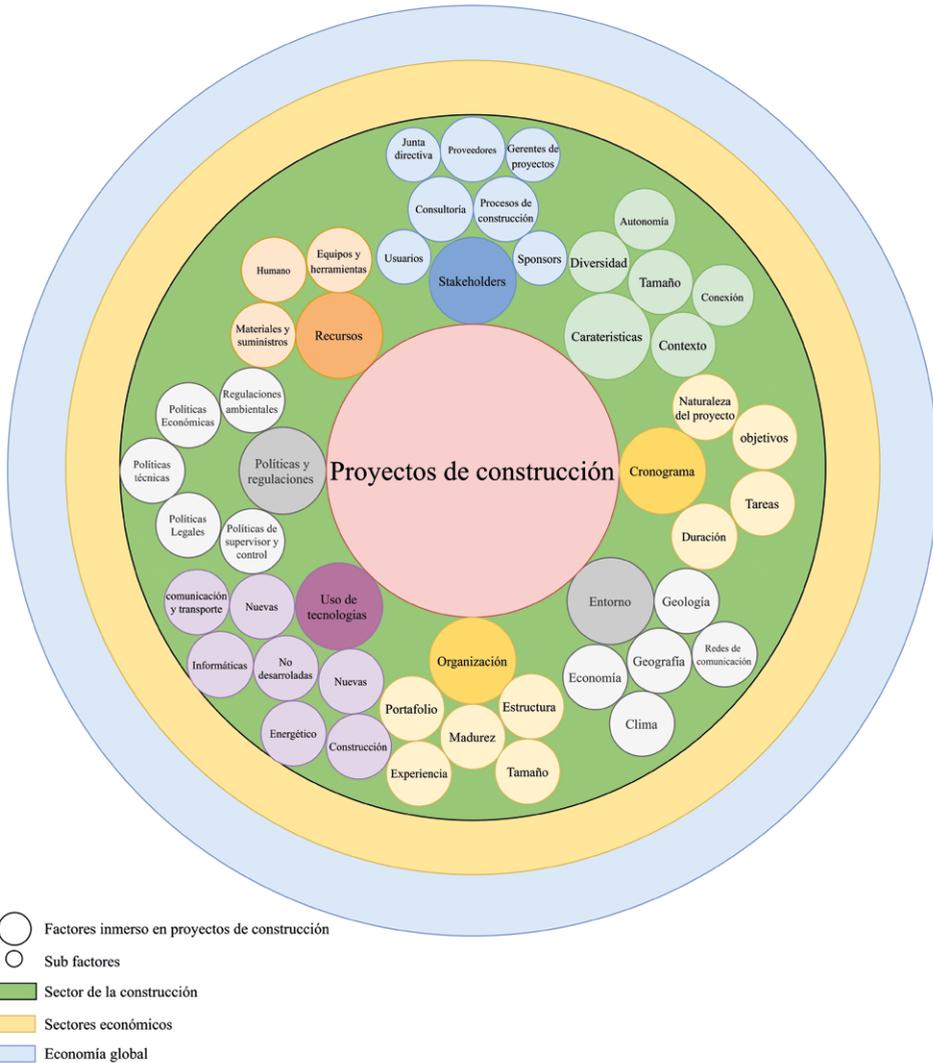


Figura 4. Modelos de factores complejos en el éxito de proyectos de construcción.

Fuente: elaboración propia a partir de Navigating Complexity: A practice guide (PMI, 2014), (Project Management Institute (PMI), 2016) y Clarifying the project complexity construct: Past, present and future, (Bakhshi et al., 2016).

La conciencia, crecimiento y el valor reconocido en el conocimiento del entorno han llevado a una ampliación de los conceptos y una inclusión que no abarca plenamente las prácticas actuales de gestión de proyectos que se encuentran en la industria de la construcción en todo el mundo, dados los diversos y cambiantes procesos en función de las crecientes exigencias por los interesados. Estos conjuntos de requerimientos y procesos se exponen en la Figura 4.

Por consiguiente, el sector de la construcción se sustenta en el conocimiento de un equipo de trabajo con suficientes diferencias respecto a otros sectores y aplicaciones (Ferrada, Núñez, Neyem, Serpell, & Sepúlveda, 2016; Forcada, Fuertes, Gangoellés, Casals, & MacArulla, 2013). Asimismo, intrínsecamente, los proyectos de construcción se desarrollan en un entorno complejo, competitivo siempre cambiante y a menudo con un alto grado de riesgo. Además, es difícil mantener el ritmo requerido de aprendizaje organizacional, desarrollo del personal o mejora de los negocios y adquisiciones de nuevas metodologías relacionadas con procesos en las organizaciones y proyectos (Abu Bakar, Yusof, Tufail, & Virgiyanti, 2016; De Marco, 2011; Massuan Ahamads, 2011).

De modo que, formular, desarrollar, compartir y utilizar el conocimiento combinado de la fuerza de trabajo actual es esencial para la permanencia y éxito en proyectos de construcción. Esto significa que se requiere la formulación y focalización del conocimiento en relación al aprendizaje del proyecto para mejorar continuamente el rendimiento de los mismos (Ferrada et al., 2016) y la clasificación de proyectos como complejos que inciden con el mismo impacto en su éxito (Bakhshi et al., 2016; Massuan Ahamads, 2011).

La Figura 4 integra las variables que influyen mayoritariamente en la complejidad de proyectos de construcción, junto con la identificación de variables en la actividad constructiva. Además, todas estas variables se integran en los sectores económicos que constituyen una nación. Pese a esfuerzos realizados, los avances en la mejora del aprendizaje de los proyectos parecen ser escasos (Hartmann & Dorée, 2015). Ya que las organizaciones repiten constantemente los errores, no aprenden de los proyectos, no transfieren las lecciones de un proyecto a otro y no utilizan herramientas que apoyen los procesos de análisis del entorno (Sarmiento-Rojas et al., 2018; Swan, Scarbrough, & Newell, 2010).

En este sentido, las empresas de construcción deben desarrollar técnicas y utilizar herramientas en sus proyectos que faciliten la captura y el intercambio de las lecciones aprendidas a lo largo del ciclo de vida del proyecto (Paranagamage, Carrillo, Ruikar, & Fuller, 2012). Análogamente, es necesario estudiar los atributos individuales más importantes para determinar los indicadores que reflejen verdaderamente los factores que influyen en el éxito de un proyecto, donde la mayoría de atributos son variables y constantemente cambiantes, como el tipo de proyecto, el tamaño, la ubicación, experiencia del equipo de trabajo, las interfaces dentro de un proyecto, la logística/condiciones de mercado, las cuestiones geopolíticas y sociales, y los permisos y aprobaciones (Dao et al., 2016a).

A diferencia de otros tipos de proyectos y áreas de conocimiento, un punto de consideración adicional se relaciona con la gestión de adquisiciones, junto con el sistema de planificación y control en proyectos de construcción, dadas las grandes cantidades y requeri-

mientos de materias primas y manufacturadas en todo proceso constructivo. Así, para asegurar calidades y cantidades adecuadas de materiales y equipos, éstas se deben especificar de manera oportuna en paralelo con los requerimientos en costos de venta atractivos, entregas óptimas y condiciones de servicio.

De esta manera, las empresas introducen nuevos productos con mayor rapidez y se esfuerzan por mejorar las iniciativas de costo, eficiencia en la entrega y calidad del producto. Estas condiciones son necesarias para la competitividad empresarial, la cual debe integrarse con la adquisición y control de calidad de los proveedores pertinentes, incluyendo su reducción para simplificar el proceso de adquisición y definir mejor la responsabilidad y rendición de cuentas, logrando un trabajo más oportuno y eficiente (Massuan Ahamads, 2011).

2.1.3 Condiciones y características de los proyectos de construcción

Existen diferentes grados de importancia de factores determinantes que comúnmente influyen en el sector de la construcción como las características del entorno. De modo que, es probable que los marcos de referencia sean diferentes según el contexto y la perspectiva de los interesados (Yfanti, Edgar, Temple, & Sakkas, 2017).

Asimismo, la gestión en el sector de la construcción puede definirse, entonces, como el logro de una corriente continua de objetivos de la actividad constructiva dentro del tiempo y costos al nivel de rendimiento/tecnología deseado, utilizando al mismo tiempo los recursos asignados de manera eficaz y efi-

ciente, y haciendo que los resultados sean aceptados por los interesados (Kerzner, 2017a).

Cada proyecto es intrínsecamente diferente y cada cliente puede tener diversos requisitos, junto con la estimación de las condiciones del entorno, producto de un cambio en las políticas de desarrollo o eventos adversos a una economía. Por lo tanto, se debe propender por conocer e interiorizar estos procesos para hacer un mejor uso de los recursos existentes y obtener una labor fluida, junto con la consolidación de una combinación de muchos y variados acontecimientos e interacciones; planificados o no a lo largo de la vida del mismo, junto con sus particularidades que los convierten en empresas con altos riesgos y niveles de complejidad, singularidad y unicidad que incluyen:

- La fragmentación del mecanismo organizativo por el que se realizan la mayoría de los proyectos. Por lo general, el equipo de ejecución del proyecto es externo a la organización. Además, existe una separación entre los diseñadores y constructores.
- El requisito de una amplia gama de conocimientos y aptitudes especializados exige la participación de un gran número de consultores, contratistas, proveedores y organismos oficiales.
- La tecnología involucrada en la construcción de edificios modernos.
- Logística creada por los aspectos de localización del proyecto, donde el lugar fijo significa que todas las demás organizaciones deben ser llevadas hacia él.
- Diversidad en términos de profesión, cultura, nivel educativo, género y distancia espacial del proyecto

que suelen presentar una amplia gama de intereses y debe ser satisfecha.

- La incertidumbre creada por la exposición al entorno (eventos climáticos, condiciones de anormalidad, etc.).
- Incertidumbre causada por el tiempo necesario para el ciclo de vida del proyecto. Cuanto más largo sea el periodo de tiempo, mayor será la probabilidad de afectación por circunstancias externas cambiantes, como las condiciones económicas, políticas o por exigencias de los interesados.

Estas particularidades, inmersas en cada proyecto, condicionan su organización, por lo cual los participantes varían, al igual que las condiciones del lugar, influencias externas y necesidades o expectativas de los interesados, junto con las múltiples y variables tecnologías adoptadas. (Chartered Institute of Building, 2014). Sin embargo, ciertos factores son más críticos para el éxito del proyecto y pese a una década de trabajo, la industria de la construcción no ha cambiado sustancialmente y solo se cuenta con una comprensión marginal de algunos de los factores que hacen que los proyectos tengan éxito en contextos específicos (Wuni & Shen, 2019).

2.2 Retos y propuestas en eficiencia en proyectos de construcción

La construcción es uno de los principales sectores que contribuyen de manera significativa al crecimiento de la economía de cualquier país. Así, el desarrollo de proyectos de construcción implica retos importantes, debido a la constante adaptación, producto de los

cambios, tecnológicos, económicos, en su oferta y demanda, entre otros.

Entre los problemas sustanciales en la industria de la construcción está el exceso de tiempo y retrasos en la construcción, dependiendo de la realización de las tareas del proyecto, que a su vez dependen del suministro oportuno de materiales y mano de obra. La magnitud de estos retrasos varía considerablemente de un proyecto a otro y es vital que todas las organizaciones tengan cierto conocimiento sobre este tema, para que el proyecto se complete de manera efectiva y satisfactoria. Por tal razón, juegan un papel clave en el éxito o fracaso de un proyecto de construcción (Kenny & Vanissorn, 2012; Zidane & Andersen, 2018).

Asimismo, la detección tardía de los defectos y problemáticas en los proyectos supone un tiempo mínimo para implementar planes que mitiguen los sobrecostos e implicaciones en el cronograma (Xiong, Adan, Akinci, & Huber, 2013). Además, se suman retos importantes en gerencia de proyectos, enfocados en las buenas prácticas que busquen implementar soluciones y acciones a tiempo. De manera que se requiere que las actividades programadas y en ejecución reciban realimentación continua con el fin de rastrear el estado del proyecto (Turkan, Bosche, Haas, & Haas, 2012).

Por otra parte, debido a los avances tecnológicos, los proyectos de construcción han atraído intereses de científicos e ingenieros con el fin de establecer mejoras en el monitoreo, debido a necesidades generadas desde los principales proyectos de infraestructura civil, como se informa ampliamente en la literatura (Jia, Li, Yi, Li, & Ren, 2015). La mayoría de estas actividades son operaciones especiales, significando que estas tareas

requieren materiales y equipos específicos para ser realizadas, las cuales no iniciarían si los recursos necesarios no se entregan a tiempo (Tafazzoli & Ap, 2016).

De modo que se busca lograr mayor madurez en este campo, traduciéndose en una mejora del rendimiento organizativo y de proyectos. Sin embargo, las empresas se han dedicado a la gestión de proyectos durante más de medio siglo y su contribución al rendimiento todavía no es reconocida fuera del grupo de profesionales que creen en la gestión de proyectos (Aubry & Hobbs, 2012; Berssaneti & Carvalho, 2015; Papke-shields, Beise, & Quan, 2010). En definitiva, se requiere avanzar en la formulación de investigaciones cuantitativas exploratorias, con la finalidad de confirmar los enfoques cualitativos.

