

**IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BUILDING INFORMATION
MODELING EN LA GESTIÓN DE PROYECTOS INMOBILIARIOS**

YINETH ALEXANDRA BARRETO GALINDO

**Monografía para optar el título de
Especialista en Gerencia de Empresas Constructoras**

**Directora:
NATALIA MUÑOZ BOLÍVAR
Ingeniera Administradora**

**FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA
FACULTAD DE EDUCACIÓN PERMANENTE Y AVANZADA
ESPECIALIZACIÓN GERENCIA DE EMPRESAS CONSTRUCTORAS
BOGOTÁ D.C.
2020**

NOTA DE ACEPTACIÓN

Firma del director de la especialización

Firma del calificador

Bogotá D.C., mayo de 2020

DIRECTIVAS DE LA UNIVERSIDAD

Presidente de la Universidad y Rector del Claustro

Dr. Mario Posada García-Peña

Consejero Institucional

Dr. Luis Jaime Posada García Peña

Vicerrectora Académica y de Investigaciones

Dra. María Claudia Aponte Gonzales

Vicerrector Administrativo y Financiero

Dr. Ricardo Alfonso Peñaranda Castro

Secretaria General

Dra. Alexandra Mejía Guzmán

Decano Facultad de Educación Permanente y Avanzada

Dr. Luis Fernando Romero Suarez

Directora Especialización en Gerencia de Empresas Constructoras

Arq. María Margarita Romero Archbold

Las directivas de la Universidad de América, los jurados calificadores y el cuerpo docente no son responsables por los criterios e ideas expuestas en el presente documento. Estos corresponden únicamente a los autores.

DEDICATORIA

A mi mamá por su apoyo incondicional, a mi hermano por hacer divertidos mis días y a Michael por inspirarme y motivarme. A los tres, son mi razón de ser.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	15
OBJETIVOS	16
1. GESTIÓN DE PROYECTOS INMOBILIARIOS	17
1.1 CONCEPTOS GENERALES	17
1.1.1 Proyecto	17
1.1.2 Gestión	18
1.2 GESTIÓN DE PROYECTOS	19
1.2.1 Triple restricción	20
1.2.2 Funciones de la gestión de proyectos	20
1.2.3 Fases de la gestión de proyectos	21
1.3 GESTIÓN DE PROYECTOS INMOBILIARIOS	22
1.3.1 Etapas de la gestión de proyectos inmobiliarios	22
1.3.2 Interesados en el desarrollo de proyectos inmobiliarios	28
1.4 PROBLEMAS EN LA GESTIÓN DE PROYECTOS INMOBILIARIOS	28
1.4.1 Problemas transversales al proyecto	29
1.4.2 Problemas en la etapa de legalización	29
1.4.3 Problemas en etapa planeación de obra	30
1.4.4 Problemas en la etapa de construcción	30
1.4.5 Problemas en la etapa de entrega y operación	31
2. BUILDING INFORMATION MODELING	33
2.1 CONTEXTO HISTÓRICO	33
2.1.1 Contexto internacional	34
2.1.2 Contexto nacional	36
2.2 CONCEPTUALIZACIÓN	37
2.2.1 Dimensiones BIM	39
2.2.2 Niveles de desarrollo	40
2.3 USOS BIM	41
2.4 HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS	45
2.5 ROLES ASOCIADOS A LA METODOLOGÍA	46

2.5.1 BIM manager	47
2.5.2 Coordinador BIM	47
2.5.3 Especialista BIM	48
2.5.4 Modelador BIM	48
2.6 FLUJO DE TRABAJO COLABORATIVO	49
2.5.4 Entorno común de datos	50
2.7 DOCUMENTOS IMPLÍCITOS EN LA METODOLOGÍA	51
2.7.1 Pipeline	51
2.7.2 Plan de ejecución BIM	52
2.8 BENEFICIOS EN LA GESTIÓN DE PROYECTOS INMOBILIARIOS	52
2.8.1 Beneficios transversales al proyecto	53
2.8.2 Beneficios en la etapa de comercialización	53
2.8.3 Beneficios en la etapa de planeación de obra	53
2.8.4 Beneficios en la etapa de construcción	54
2.8.5 Beneficios en la etapa de entrega y operación	54
3. BIM EN LA GESTIÓN DE PROYECTOS INMOBILIARIOS	57
3.1.1 Implementación de la metodología a nivel organizacional	57
3.1.2 Integración con el ciclo de vida de proyectos inmobiliarios	59
4. CONCLUSIONES	63
5. RECOMENDACIONES	64
BIBLIOGRAFÍA	65

ÍNDICE DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Problemas, causas y consecuencia de proyectos inmobiliarios	31
Cuadro 2. Usos BIM	41
Cuadro 3. Objetivo y valor potencial de los usos BIM	42
Cuadro 4. Beneficios y componentes BIM aplicables	55

ÍNDICE DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Objetivo y resultado de la etapa de factibilidad	24
Figura 2. Objetivo y resultado de la etapa de legalización	24
Figura 3. Objetivo y resultado de la etapa de trámites y licencias	25
Figura 4. Objetivo y resultado de la etapa de comercialización	25
Figura 5. Objetivo y resultado de la etapa de planeación de obra	26
Figura 6. Objetivo y resultado de la etapa de construcción	26
Figura 7. Objetivo y resultado de la etapa de operación	27
Figura 8. Fases, etapas e interesados de los proyectos inmobiliarios	27
Figura 9. Implementación de la metodología BIM en el mundo	35
Figura 10. Herramientas BIM en el ciclo de vida de un proyecto	46
Figura 11. Interoperabilidad BIM	49
Figura 12. Implementación BIM en la organización.	57
Figura 13. Flujo de trabajo para coordinación técnica de un proyecto	60
Figura 13. Integración BIM a la gestión de proyectos inmobiliarios	62

ÍNDICE DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Formato acta de constitución de proyectos inmobiliarios	71
Anexo B. Estructura del plan de ejecución BIM	73
Anexo C. Formato de control de calidad del modelo	75

RESUMEN

En la actualidad, la gestión de proyectos inmobiliarios constituye una labor compleja debido a la cantidad de procesos implícitos dentro del desarrollo de las diversas etapas, las cuales por falta de bases metodológicas y de la definición de procesos presentan fallas que como consecuencia generan re-procesos, retrasos y sobrecostos que afectan el progreso de los proyectos.

Es ahí donde el Building Information Modeling juega un papel fundamental ya que más allá de ser una tendencia mundial por la implementación tecnológica que supone, representa una propuesta de mejora significativa que permite la optimización y eficiencia de los procesos inherentes a la construcción.

En consecuencia, dado el auge de esta metodología de trabajo colaborativo se hace necesario evidenciar los beneficios que trascienden de lo netamente operacional y así, presentar las variables a tener en cuenta en la gestión de proyectos inmobiliarios reconociendo la importancia de una implementación eficaz a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

Partiendo de lo anterior, este documento se desarrolla en tres partes las cuales respectivamente presentan planteamientos generales sobre la gestión de proyectos, conceptos inherentes a la metodología Building Information Modeling y la integración de ambos temas como resultado de la investigación para la gestión eficiente de proyectos inmobiliarios.

Palabras clave: Building Information Modeling. Integración. Trabajo colaborativo. Gestión de proyectos. Proyectos inmobiliarios.

ABSTRACT

Currently, the real estate project management is a complex action for doing because they have a lot process for develop across his life cycle, the lack of methodology, creation and definition for that process at the end they are the responsible for delays, re-process and over cost in relation with develop for the project.

In that moment the Building Information Modeling have an important role beyond to be a global tendency for his technology implementation, Its meaning an opportunity to allow a better optimization and more efficiency for all process involved in construction.

Therefore, in the boom of collaborative works methodologies Its been necessary assurance all benefit beyond the operation building and show all variable to have present in a correct implementation to be efficient in the real estate management.

In conclusion, this document has develop in three components. In the first one will be present the general guidelines about the real estate management, the second one all concepts involved in a building information modeling methodology implementation and the last one it's a proposal to how will they can be join (the real estate management and BIM), and how it could be more efficient the real estate project management.

Keywords: Building Information Modeling. Integration. Collaborative work. Project management. Real estate projects.

GLOSARIO

DISEÑO PARAMÉTRICO¹: proceso de configuración de las entidades que componen un modelo tridimensional a partir de la integración de variables relativas a dimensiones y especificaciones en facilitando los cambios o actualizaciones.

INTEROPERABILIDAD²: capacidad de comunicación entre softwares de diversos fabricantes que permiten el intercambio de la información a partir del uso de formatos universales legibles desde diversas plataformas.

¹ MOLINARE, Alexandra. ¿Qué es el diseño paramétrico? En: ArchDaily. [Sitio Web]. Bogotá D.C. CO. Sec. Artículos. 09, noviembre, 2011. [Consultado 10, mayo, 2020]. Disponible en: <https://cutt.ly/tyQN5HD>

² OYA SALA, Tania. Impacto del BIM en la gestión del proyecto y la obra de arquitectura: un proyecto con Revit. [Repositorio Digital]. Universidad Politécnica de Valencia. Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Valencia. ES. 2014-2015, p. 33. [Consultado 10, mayo, 2020]. Archivo en PDF. Disponible en: <https://riunet.upv.es/handle/10251/55227#>

INTRODUCCIÓN

Building Information Modeling (BIM) es una metodología de trabajo colaborativo que permite la gestión integral de proyectos a partir de la integración y administración de la información mediante el uso de herramientas tecnológicas con el objetivo de optimizar los procesos a lo largo del ciclo de vida de los mismos.

En la actualidad, la dinámica del sector de la construcción exige una constante actualización no solo respecto a técnicas de construcción si no a mecanismos que permitan potenciar cada uno de los procesos asociados al desarrollo de proyectos. Es así, como el Building Information Modeling ha jugado un papel fundamental en este aspecto alrededor del mundo, convirtiéndose en una herramienta imprescindible en la gestión de procesos de construcción, pasando de ser una alternativa de trabajo a convertirse a una metodología aplicable integralmente.

De esta forma, la presente investigación se alinea con los objetivos de la Cámara Colombiana de la Construcción la cual, como agremiación, busca unirse a la tendencia mundial y generar un estándar propio con el cual, se fomente la apropiación de este tipo de mecanismos de gestión en las empresas del sector.

Cabe mencionar que, como una metodología desarrollada y estandarizada a nivel mundial, se busca evidenciar los aspectos característicos de la metodología que permiten una implementación eficiente a partir de las premisas existentes, que de adoptarse como eje central de una organización permitirían la integración cabal en el desarrollo de proyectos.

En concordancia, en el capítulo uno se abordará de manera general el concepto de gestión de proyectos para luego evidenciar los procesos asociados a la gestión de proyectos inmobiliarios y así, los obstáculos que impiden el adecuado desarrollo de los mismos.

Posteriormente, en el capítulo dos se expondrá de manera integral lo inherente al Building Information Modeling, las diversas aplicaciones que este representa, el flujo de trabajo colaborativo, los componentes asociados a esta herramienta y los beneficios de adoptar esta metodología.

Finalmente, en el capítulo tres se presentará la propuesta de los procesos que a nivel organizacional se deben surtir para implementar la metodología Building Information Modeling como mecanismo de gestión para proyectos inmobiliarios.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Definir el proceso de implementación de la metodología Building Information Modeling asociada a la gestión de proyectos inmobiliarios con el fin de promover la eficiencia a lo largo del ciclo de vida de los proyectos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Desarrollar el estado del arte de las etapas inherentes a la gestión de proyectos inmobiliarios identificando sus problemáticas, causas y consecuencias asociadas.
2. Explicar la metodología Building Information Modeling identificando los beneficios y mejoras a favor de la eficiencia en la gestión de proyectos inmobiliarios.
3. Definir la implementación de la metodología Building Information Modeling en el ciclo de vida de los proyectos inmobiliarios como mecanismo de gestión.

1. GESTIÓN DE PROYECTOS INMOBILIARIOS

1.1. CONCEPTOS GENERALES

1.1.1 Proyecto. Múltiples han sido los significados desarrollados a partir de este concepto, sin embargo, se presentan a continuación algunos que de manera relevante aportan significativamente al desarrollo de la presente investigación.

Para iniciar, es imprescindible presentar lo expuesto por el Project Management Institute el cual define que "un proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único. La naturaleza temporal de los proyectos implica que un proyecto tiene un principio y un final definidos"³, evidenciando así la importancia del tiempo y haciéndolo inherente al concepto.

Otro significado de proyecto expuesto por Carrión y Berasategi se asocia al "proceso único que conlleva un conjunto de actividades planificadas, ejecutadas y evaluadas que, con recursos humanos, técnicos y financieros finitos, trata de obtener unos objetivos en un plazo determinado, con un comienzo y un fin claramente identificables"⁴; en este caso, a la escala temporal se le suman los diversos recursos necesarios para el cumplimiento de los objetivos.

Una definición más cercana al contexto de esta investigación dada por Beltrán determina que "un proyecto se refiere a un conjunto articulado y coherente de actividades orientadas a alcanzar uno o varios objetivos, siguiendo una metodología definida para lo cual precisa de un equipo de personas idóneas, así como de otros recursos cuantificados en forma de presupuesto, que prevé el logro de determinados resultados sin contravenir las normas y buenas prácticas establecidas, y cuya programación en el tiempo responde a un cronograma con una duración limitada"⁵.

Partiendo de estas nociones previas, en adelante, se asumirá que proyecto es el conjunto de actividades planificadas que propenden por la óptima utilización de los recursos mediante el uso de metodologías apropiadas que permiten lograr un

³ PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos: guía del PMBOK. 5 ed. Pensilvania. EU: Project Management Institute Inc. 2013, p. 3. ISBN 978-1-62825-009-1.

⁴ CARRIÓN ROSENDE, Iñigo y BERASATEGI VITORIA, Iosune. Guía para la elaboración de proyectos. Vasco: Tresdetres. 2010, p. 12.

⁵ BELTRÁN ROMERO, Germán Fernando. Proyectos de emprendimiento. Quito. ECU: Editorial Universitaria Abya-Yala. 2011, p. 11. ISBN 978-9978-10-092-9.

objetivo en una escala de tiempo determinada y con un presupuesto definido para su realización.

1.1.2 Gestión. Continuado con la etapa de definición y de manera complementaria, seguidamente se abordará lo inherente al concepto de gestión que de manera integral se conecta con el termino de proyecto previamente definido.

En concordancia, de manera general Corominas define gestión como "ejecutar y lograr un éxito con medios adecuados"⁶, lo cual Espasa lo delimita como "un conjunto de reglas y métodos para llevar a cabo con la mayor eficacia un negocio o actividad empresarial"⁷, ideas análogas a acciones para lograr un fin determinado.

Ampliando su significado, Martínez expresa que "la gestión estrechamente conceptualizada se asimila al manejo cotidiano de recursos materiales, humanos y financieros en el marco de una estructura que distribuye atribuciones y responsabilidades y que define el esquema de la división del trabajo"⁸, lo cual enmarca este concepto en el ámbito laboral y consecuentemente con las ideas trabajadas de proyecto involucra necesariamente la administración de recursos.

Por otra parte, Remetería denota la gestión como la "actividad profesional tendiente a establecer los objetivos y medios de su realización, a precisar la organización de sistemas, a elaborar la estrategia del desarrollo y a ejecutar la gestión del personal"⁹

Como se ha visto, la mayoría de los autores coincide en que la gestión es cualquier acción tendiente a cumplir objetivos partiendo de la administración de los recursos y la implementación de mecanismos de planificación que permitan desarrollar un proyecto eficazmente.

⁶ EUMED.NET. La gestión en las organizaciones: aproximación al concepto de gestión. [Sitio Web]. Sec. Biblioteca virtual de derecho, economía y ciencias sociales. (s.f.) [Consultado 11, enero, 2020]. Disponible en: <https://cutt.ly/TyQBql7>

⁷ *Ibíd.*

⁸ PEÑA. Aarón. Definiciones de gerencia y gestión según autores. En: Scribd [Sitio Web]. Sec. Documentos. 11, octubre, 2017. [Consultado, 11, enero, 2020]. Disponible en: <https://cutt.ly/5yQMjEG>

⁹ EUMED.NET. La gestión en las organizaciones: aproximación al concepto de gestión. [Sitio Web]. Sec. Biblioteca virtual de derecho, economía y ciencias sociales. (s.f.) [Consultado 11, enero, 2020]. Disponible en: <https://cutt.ly/TyQBql7>

1.2. GESTIÓN DE PROYECTOS

Entendiendo las nociones previas, ahora se ahondará respecto al concepto integral de gestión de proyectos el cual como se ha visto involucra como precedente aspectos relacionados con el tiempo, los recursos, las herramientas y todo en función al cumplimiento de objetivos.

En la actualidad, uno de los referentes más importantes en el tema es el Project Management Institute el cual define la gestión de proyectos como "el uso de los conocimientos, habilidades y técnicas para ejecutar proyectos de manera eficaz y eficiente."¹⁰; de manera complementaria, Wallace amplía su significado refiriéndose a "la organización, la planificación y el control de un proyecto requeridos para finalizar a tiempo, dentro del costo y al nivel de desempeño requerido"¹¹.

En otras palabras, la gestión de proyectos es la suma de actividades que de manera conjunta y planificada permiten alcanzar un objetivo mediante la adopción de mecanismos que aseguren la eficacia y eficiencia de los procesos a partir del uso de recursos tanto humanos como materiales.

Dado que consiste en planear, ejecutar y finalizar un proyecto cumpliendo satisfactoriamente con los objetivos del mismo, proyectos sin importar su escala son más comúnmente gestionados, ya que indistintamente de la metodología que se emplee para tal fin, se atacan tres aspectos fundamentales: alcance, tiempo y costo.

Lo anterior, partiendo de acciones que propendan por el cumplimiento del "plazo fijado, dentro los límites del presupuesto y todo ello respetando las normas de calidad asociadas"¹².

Cabe destacar que la gestión de proyectos es tal vez uno de los campos de trabajo más aplicados globalmente. Desde su concepción, alrededor de los años 40 se convirtió rápidamente "en una de las principales aplicaciones internacionales e interdisciplinarias"¹³ debido al amplio espectro de apropiación que supone. Tal es

¹⁰ PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos: guía del PMBOK. 5 ed. Pensilvania. EU: Project Management Institute Inc. 2013, p. 5. ISBN 978-1-62825-009-1.

¹¹ WALLACE, William. Gestión de proyectos. Edimburgo. UK: Edinburgh Business School Heriot-Watt University. 2002, p. 17.

¹² TERRAZAS PASTOR, Rafael Alfredo. Modelo conceptual para la gestión de proyectos. En: Perspectivas. [Repositorio Digital]. Universidad Católica Boliviana San Pablo. Cochabamba. BO. Julio – diciembre. Nro. 24. 2009, p. 168. ISSN: 1994-3733. [Consultado 01, diciembre, 2019]. Archivo en PDF. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=4259/425942160009>

¹³ WALLACE, William. Gestión de proyectos. Edimburgo. UK: Edinburgh Business School Heriot-Watt University. 2002, p. IX.

su acogida que en la actualidad se han desarrollado herramientas y técnicas de gestión que de manera estandarizada generan directrices para abordar de manera integral proyectos sin importar su complejidad.

1.2.1 Triple restricción de proyectos. Como se identificó anteriormente, un proyecto cuenta con tres restricciones básicas las cuales comprenden el alcance, tiempo y costo, variables que tienen una estrecha relación con los resultados finales del mismo, determinando así el éxito o el fracaso de un proyecto.

El alcance representa el objetivo, aquello que justifica el proyecto a desarrollar y consecuencia, se entiende como el conjunto de características del producto o servicio final. El tiempo implícitamente define el plazo y la duración para la ejecución del proyecto, tanto así que se convierte una variable de calidad que mide la adecuada gestión. El costo es análogo al valor económico de cada uno de los recursos empleados para lograr el resultado esperado.

Como lo menciona Talavera, "la triple restricción es válida para todos los proyectos con independencia de cuál sea su tamaño o naturaleza y las variables están tan estrechamente relacionadas que cualquier cambio en alguna de ellas afectará necesariamente a las otras, de manera positiva o negativa."¹⁴.

1.2.2 Funciones de la gestión de proyectos. Profundizando el alcance que supone la gestión de proyectos como disciplina, a continuación se evidencian las funciones principales de esta, partiendo de lo planteado por Terrazas¹⁵ en su artículo Modelo Conceptual Para la Gestión de Proyectos.

- **Planificación:** relativo al orden lógico y cronológico de las actividades cuyo fin es optimizar el uso de recursos disponibles con miras a cumplir los plazos establecidos, distribuyendo paralelamente el presupuesto determinado y previendo el flujo financiero para el desarrollo cabal del proyecto.
- **Organización:** inherente a la disposición del capital humano desde la selección de las personas adecuadas para la ejecución de cada una de las actividades hasta la implementación de una metodología de trabajo que garantice la máxima productividad.

¹⁴ TALAVERA, Héctor. Gestión estratégica y operativa: sobre la triple restricción de los proyectos. En: Gerens Escuela de Postgrado [Sitio Web]. Lima, PE. Sec. Blog. 28, diciembre, 2017. [Consultado 10, diciembre, 2019]. Disponible en: <https://gerens.pe/blog/triple-restriccion-proyectos/>

¹⁵ TERRAZAS PASTOR, Rafael Alfredo. Modelo conceptual para la gestión de proyectos. En: Perspectivas. [Repositorio Digital]. Universidad Católica Boliviana San Pablo. Cochabamba. BO. Julio – diciembre. Nro. 24. 2009, p. 168. ISSN: 1994-3733. [Consultado 01, diciembre, 2019]. Archivo en PDF. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=4259/425942160009>

- **Dirección:** referente a las habilidades en el ámbito social empresarial que favorezcan las acciones encaminadas a la toma de decisiones, la delegación de actividades, el potenciamiento del rendimiento del personal involucrado y el liderazgo.
- **Control:** seguimiento oportuno y periódico de lo planeado que permita eventualmente aplicar acciones correctivas al identificar variaciones respecto al avance físico o económico del proyecto tendiendo a cuidar los objetivos en términos de tiempo y costo.
- **Calidad:** acciones de mejora continua que velen por el cumplimiento del alcance del proyecto asegurando el cumplimiento de los estándares y las expectativas del cliente al detectar y evitar cualquier tipo de error que afecte el producto final.

1.2.3 Fases de la gestión de proyectos. Abordadas las competencias de la gestión de proyectos, ahora se revisarán las fases que permiten abarcar y desarrollar un proyecto de manera óptima, aspectos que el Project Management Institute¹⁶ denomina como grupo de proceso de dirección.

- **Iniciación:** como su nombre lo indica, esta fase constituye el inicio del proyecto y por tanto es el momento en cual es necesario establecer el alcance del mismo y los valores asociados a nivel de tiempo y costo que determinaran la viabilidad técnica, legal y financiera sin dejar de lado la identificación de riesgos e interesados (internos o externos), que de algún modo podrían tener influencia en el resultado del proyecto.
- **Planeación:** una vez definido con claridad el objetivo a alcanzar, en esta fase se determina la línea de acción requerida para alcanzar lo esperado estableciendo así, las actividades, hitos, tiempos y responsables, además de los recursos económicos que permitirán llegar a tal fin. En este punto se hace necesario priorizar e identificar las actividades que podrían poner en riesgo el proyecto.
- **Ejecución:** puesta en marcha del proyecto. Involucra necesariamente la asignación y coordinación de recursos, la gestión de los interesados y el desarrollo de las actividades acorde con lo planeado. Dado que es la fase de materialización del proyecto una buena comunicación es indispensable ya que permite la evaluación de posibles inconvenientes y toma oportuna de decisiones a favor de la mejora continua.

¹⁶ PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos: guía del PMBOK. 5 ed. Pensilvania. EU: Project Management Institute Inc. 2013, p. 41. ISBN 978-1-62825-009-1.

- **Seguimiento y control:** paralela a la fase de ejecución, en este punto es se hace imprescindible analizar y medir el progreso del proyecto para establecer la concordancia entre lo planeado y el avance en la ejecución. El adecuado seguimiento permite identificar las áreas que requieren una gestión de cambios oportunamente a fin de evitar variaciones indeseadas que puedan afectar los resultados del proyecto.
- **Cierre:** finalización del proyecto. Como punto de culminación, en esta fase se evalúa el cumplimiento de los objetivos propuestos inicialmente dentro de los estándares establecidos verificando lo relativo a costo, tiempo y calidad; adicionalmente, se realiza un proceso de retroalimentación identificando los aspectos de mejora, fortalezas y debilidades como antecedente a futuros proyectos.

1.3. GESTIÓN DE PROYECTOS INMOBILIARIOS

Ahora bien, entrando en el campo objeto de esta investigación, la gestión es un componente fundamental en el desarrollo de los proyectos inmobiliarios debido a la perspectiva metodológica que supone basada en las fases previamente expuestas y por su aplicabilidad en las diversas áreas involucradas tendientes a cumplir con alcance, costo y calidad establecido dentro de una escala de tiempo determinada.

Es así, como la gerencia de proyectos inmobiliarios es la conjunción de diversas funciones que tal y como lo citan Valero y Briones, haciendo referencia a lo enunciado por Marjolein y Ralph, "comprende la parte administrativa del proyecto, (...) construcción, financiamiento, inversiones, recursos humanos, documentación legal y cronograma de la obra"¹⁷.

Lo anterior, teniendo en cuenta que el desempeño de cada una de estas variables del proyecto impacta significativamente en la rentabilidad del mismo y que el desarrollo de negocios en esta materia busca maximizar las utilidades de los interesados a partir del balance óptimo de la triple restricción.

1.3.1 Etapas de la gestión de proyectos inmobiliarios. De esta forma, con el fin de entender el desarrollo cabal de los proyectos inmobiliarios a continuación, se enunciarán las características y las etapas de gestión que componen el ciclo de vida de los mismos.

¹⁷ VALERO DEL HIERRO, María Mercedes y BRIONES, Oscar. Modelo de gestión para empresas constructoras inmobiliarias de Guayaquil con enfoque del instituto gestión proyectos. En: AUC revista de arquitectura [Repositorio Digital]. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Guayaquil. ECU. Nro. 35 – 36, 2015, p. 151. ISSN No. 1390 – 3284. [Consultado 12, febrero, 2020]. Disponible en: <http://editorial.ucsg.edu.ec/ojs-auc/index.php/auc-ucsg/article/view/19>

Para iniciar, acorde con lo establecido por el Project Management Institute¹⁸ en la Extensión Para la Construcción del PMBOK Tercera Edición, los proyectos de construcción, dentro de los cuales se encuentran los proyectos inmobiliarios, pueden ser desarrollados en cinco etapas.

- **Concepto:** referente al estudio de factibilidad del proyecto, etapa en la cual se avala o descarta la realización del proyecto. En esta etapa se define el alcance y los recursos económicos que permitan cumplir las expectativas con el propósito final deseado.
- **Planificación:** definición del concepto mediante el establecimiento de los lineamientos del proyecto. Involucra la producción de planimetría básica, evaluación de costos y tiempos para el desarrollo de etapas posteriores las cuales, de ser aprobadas se convierten en la línea base del proyecto.
- **Diseño detallado:** desarrollo de los planos de construcción y determinación de las especificaciones del proyecto a nivel arquitectónico y técnico. Se realiza paralelamente la coordinación del personal, los recursos y las actividades planeadas.
- **Construcción:** secuencia de actividades necesarias para ejecutar el proyecto acorde con las especificaciones y tiempos previstos; implica la revisión y supervisión desempeño del proyecto en los diferentes niveles con el fin de implementar cambios de ser necesario
- **Puesta en marcha:** Entrega del proyecto y entrada en funcionamiento de la construcción. Adicionalmente, se verifica el cumplimiento cabal de los contratos y se evalúan los resultados obtenidos respecto a lo planeado.

Con base en esto haciendo una aproximación al contexto nacional, de manera complementaria y coherentemente con lo mencionado por Vallejo¹⁹ se describirán las etapas de los proyectos inmobiliarios que a la luz de la presente investigación serán las aplicables en los capítulos posteriores identificando las actividades relevantes de cada una de ellas.

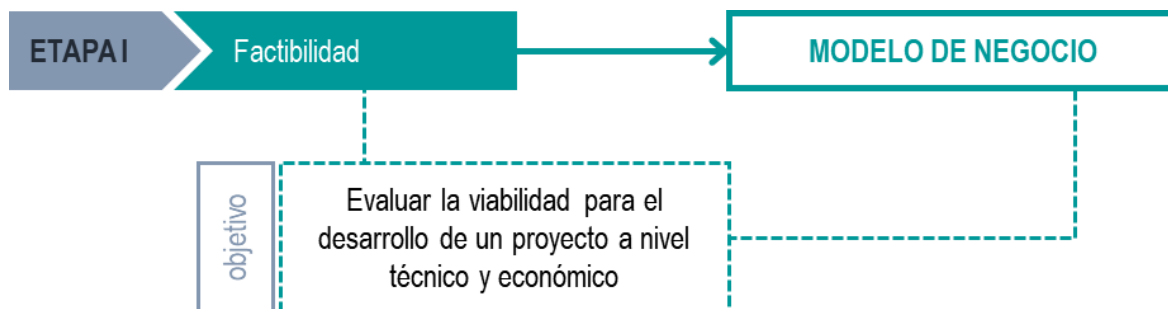
I. Factibilidad. Etapa inicial en la que se desarrollan los estudios técnicos a nivel de pre-factibilidad realizando el análisis conceptual y la aproximación normativa;

¹⁸ PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. Construction extension to the PMBOK. 3 ed. Pensilvania. EU: Project Management Institute Inc. 2008, p. 20. ISBN 978-1-93069-952-6

¹⁹ VALLEJO JIMÉNEZ, Isabel. Paso a paso de un proyecto inmobiliario. En: El Colombiano. [Sitio Web]. Envigado. CO. Sec. Especiales. 29, abril, 2019. [Consultado 12, febrero, 2020]. Disponible en: <https://cutt.ly/fyQ0i8C>

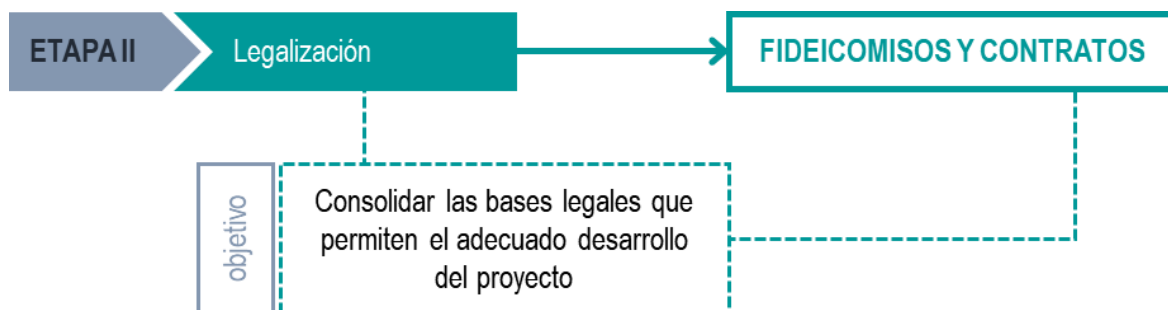
paralelamente se generan los estudios económicos a partir de la investigación del mercado objetivo, el acercamiento a las variables económicas y financieras ya que una vez valorados los riesgos y revisada la viabilidad del proyecto se obtiene como resultado la consolidación del modelo de negocio.

Figura 1. Objetivo y resultado de la etapa de factibilidad



II. Legalización. Etapa de legitimación del proyecto en la cual partiendo de lo enunciado por Carbajal²⁰, se afianzan los componentes legales del mismo comenzando por la revisión jurídica del predio, la titularidad del mismo y el avalúo comercial. Así mismo, se definen las condiciones de administración de los fideicomisos y paralelamente, se determinan las fuentes de financiación del proyecto. Finalmente, se realiza la contratación de la totalidad de los diseños asociados al proyecto.

Figura 2. Objetivo y resultado de la etapa de legalización

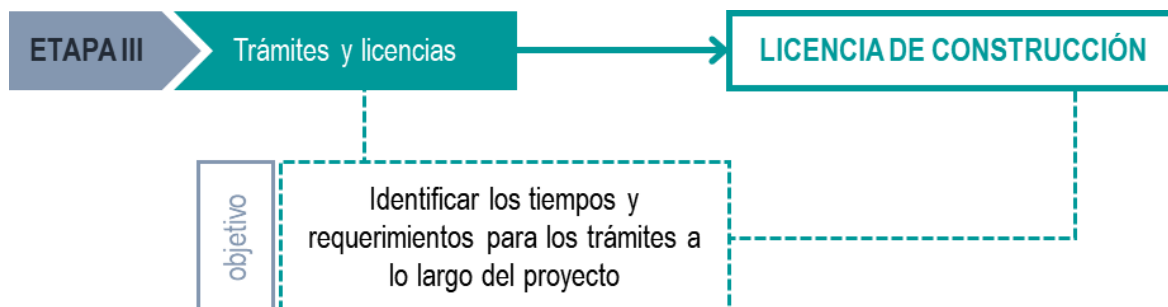


III. Trámites y licencias. Etapa de análisis técnicos preliminares, consolidación de la documentación legal y desarrollo planimétrica que permita iniciar los trámites de licenciamiento del proyecto ante la oficina de planeación correspondiente. Como etapa transversal a la ejecución del proyecto, implica gestionar estudios, documentos y permisos necesarios previos y simultáneos al proceso de

²⁰ CARBAJAL, Gloria. 8 etapas por las que debe pasar un desarrollo inmobiliario según Expansive. En: Expansive. [Sitio Web]. Ciudad de México. MX. Sec. Artículos. 16, mayo, 2018. [Consultado 17, febrero, 2020]. Disponible en: <https://cutt.ly/GyQ0h9Q>

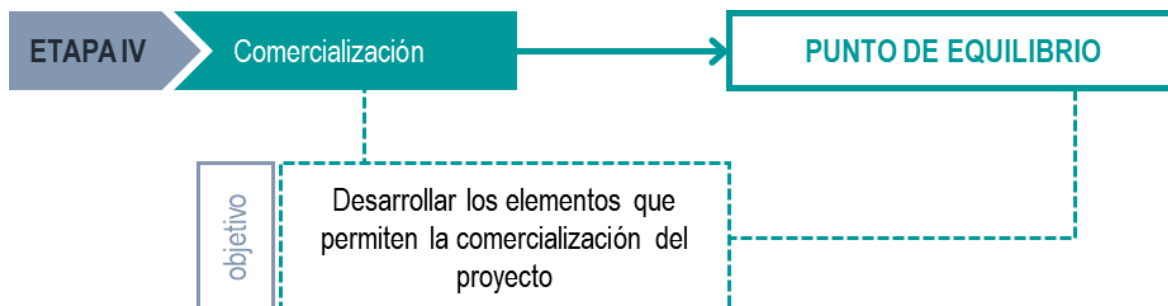
construcción ante las diferentes entidades públicas y privadas según la destinación del inmueble.

Figura 3. Objetivo y resultado de la etapa de trámites y licencias



IV. Comercialización. Etapa de publicidad y comercialización del proyecto. Se inicia con la creación de la imagen e identidad grafica del mismo que permite la consolidación de la campaña publicitaria. Simultáneamente, se delimita el estudio de mercado y se desarrollan estrategias comerciales a fin de captar la atención del público objetivo. El fin último de la etapa es generar el mayor número de ventas posibles para alcanzar el punto de equilibrio económico en el tiempo planeado.

Figura 4. Objetivo y resultado de la etapa de comercialización

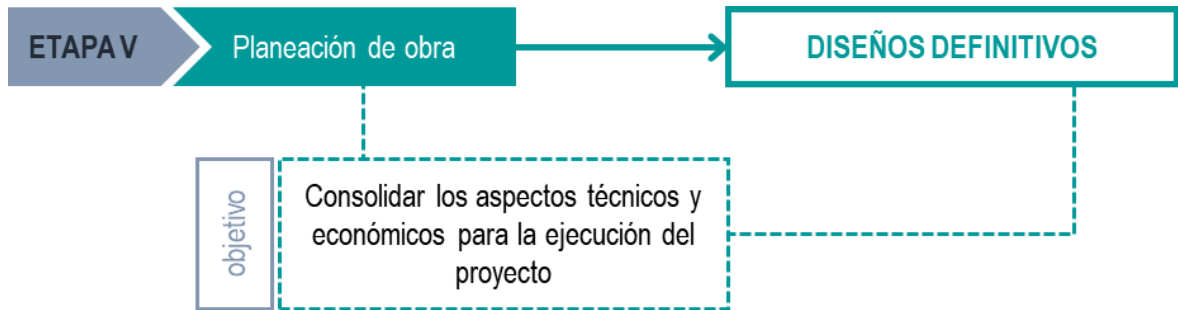


V. Planeación de obra. Etapa que constituye el perfeccionamiento técnico del proyecto. Acorde con Carbajal²¹, implica el desarrollo de los planos constructivos de cada una de las especialidades asociadas a la obra, así como la coordinación técnica y la planeación de la obra a nivel de tiempo (cronograma) y costos (presupuestos). Se detallan “las utilidades, el financiamiento y los recursos a emplear (humanos, tecnológicos, legales y jurídicos)”.²²

²¹ Ibíd.

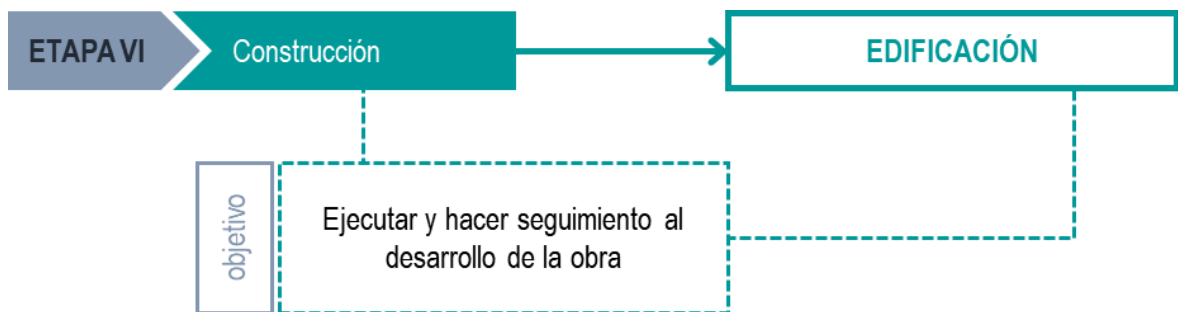
²² BANCHERO ZAVALA, Rodolfo. Etapas de un proyecto inmobiliario. En: Rodolfo Banchero [Sitio Web]. Lima. PE. Sec. Blog. 2, abril, 2019. [Consultado 17, febrero, 2020]. Disponible en: <http://www.rodolfobanchero.com/etapas-de-un-proyecto-inmobiliario/>

Figura 5. Objetivo y resultado de la etapa de planeación de obra



VI. Construcción. Etapa netamente de ejecución de la obra en la cual se desarrollan labores como cimentación, estructura, instalaciones y acabados. Como eje central del proyecto, está estrechamente relacionada con la función de seguimiento debido al proceso de control que se realiza implícitamente en la construcción llevado a cabo tanto por la interventoría como por las entidades reguladoras que a lo largo del proceso validan el cumplimiento normativo.

Figura 6. Objetivo y resultado de la etapa de construcción



VII. Entrega y operación. Etapa de finalización del proyecto. En punto se conforma la propiedad horizontal, se surte el proceso de escrituración y el propietario recibe el inmueble. Como acciones de cierre, a nivel administrativo se evalúan los procesos surtidos a fin de identificar las acciones de mejora, a nivel económico se realiza la liquidación de la totalidad de los contratos y una vez atendidas las obligaciones financieras, se calcula la utilidad neta generada.

Finalmente, se inicia una etapa posterior de uso y mantenimiento de la edificación asociada a la post-venta tanto de los espacios privados como comunales.

Figura 7. Objetivo y resultado de la etapa de entrega y operación

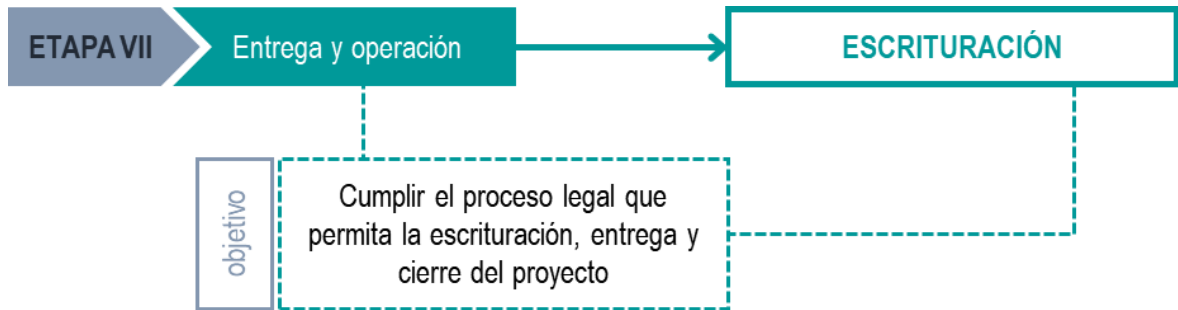
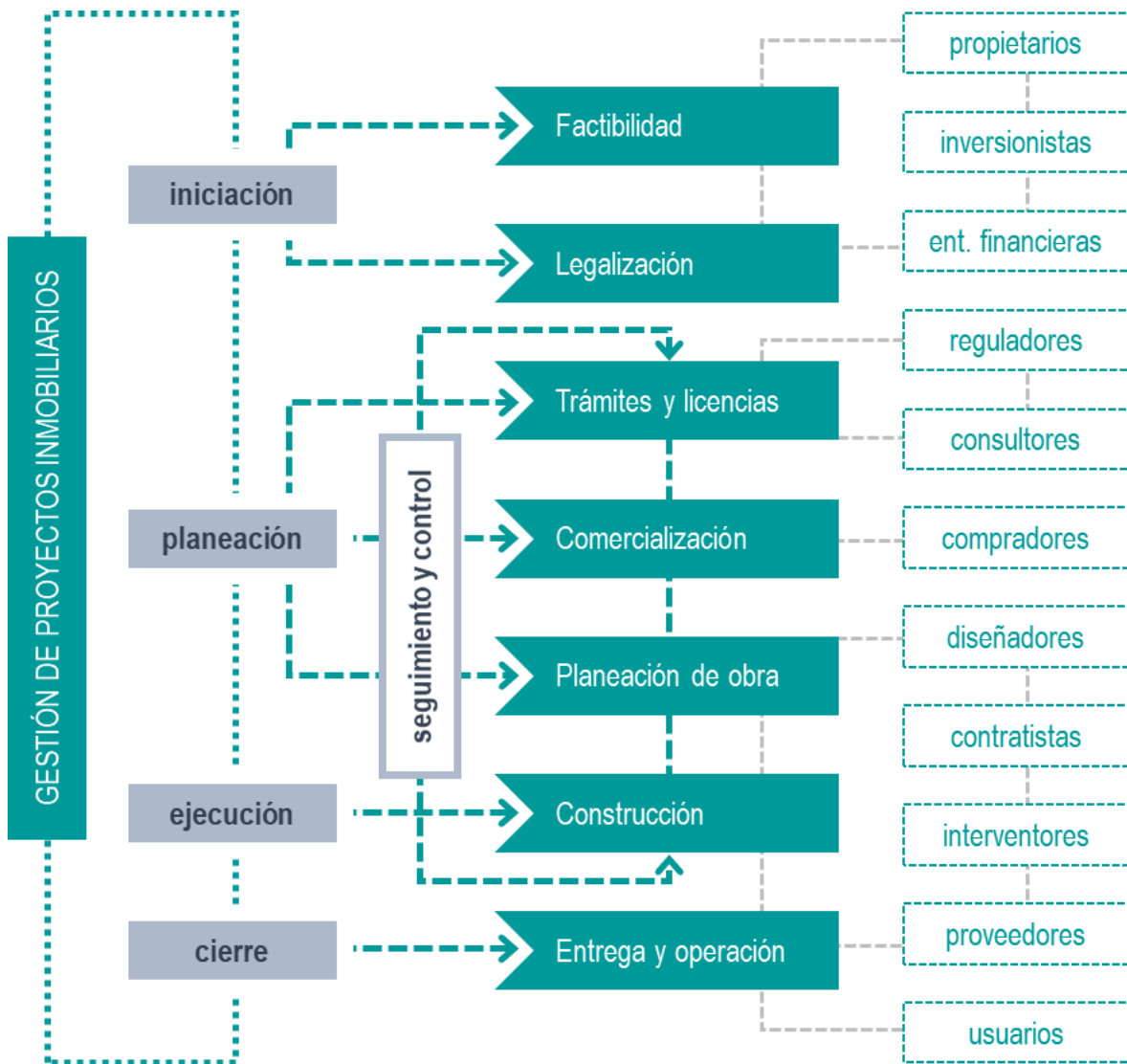


Figura 8. Fases, etapas e interesados de la gestión de proyectos inmobiliarios



1.3.2 Interesados en el desarrollo de proyectos inmobiliarios. Por otra parte, siguiendo con las directrices dadas por el Project Management Institute, la gestión de proyectos involucra simultáneamente la gestión de interesados lo cual acorde con Delgado²³, en el ciclo de vida de un proyecto inmobiliario existen tres interesados principales: "el propietario o patrocinador, el diseñador o consultor y el constructor o contratista".

Reforzando esta idea, Delgado citando lo afirmado en la Extensión Para la Construcción del PMBOK Tercera Edición se enumeran algunos interesados adicionales "clientes y usuarios del proyecto, proveedores, socios de negocio, grupos de la organización, gerentes funcionales, agencias regulatorias, público en general (ciudadanía), jefes técnicos, fiscalizadores, instituciones financieras, entre otros."²⁴

Todos los anteriores asociados el desarrollo integral del proyecto y, por ende, a las etapas previamente definidas, tal y como se evidencia en la Figura 8.

1.4 PROBLEMAS EN LA GESTIÓN DE PROYECTOS INMOBILIARIOS

A lo largo del ciclo de vida de los proyectos inmobiliarios existen un sin número de problemas que afectan el adecuado desarrollo de los mismos generando constantes re-procesos cuya relación directa implica sobrecostos bien sea por el aumento en el presupuesto asociado a los imprevistos, por la inadecuada planeación o por la ampliación de los plazos de ejecución, todas las anteriores perjudicando las utilidades netas del proyecto.

Es así como a continuación se describirán algunos de los problemas asociados a los proyectos inmobiliarios partiendo de lo planteado por Duarte y Pinilla²⁵ en el trabajo de grado denominado Razón de Costo-Efectividad de la Implementación de la Metodología BIM y la Metodología Tradicional En La Planeación y Control de un

²³ DELGADO PALACIOS, Pablo Marcelo. Inteligencia de negocios para empresas de construcción y la gestión de proyectos con enfoque en las mejores prácticas. [Repositorio Digital]. Tesis de grado. Magíster en administración de empresas. Universidad del Azuay. Cuenca. ECU. 2014, p. 8. [Consultado 25, febrero, 2020]. Archivo en PDF. Disponible en: <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/3739>

²⁴ *Ibíd.*

²⁵ DUARTE HINOJOSA, Naisir y PINILLA ARENAS, Jose Joaquín. Razón de costo-efectividad de la implementación de la metodología BIM y la metodología tradicional en la planeación y control de un proyecto de construcción de vivienda en Colombia. [Repositorio Digital]. Trabajo de grado. Magíster en ingeniería civil. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Ingeniería. Departamento de Ingeniería Civil. Bogotá D.C. CO. 2014, p. 10. [Consultado 27, febrero, 2020]. Archivo en PDF. Disponible en: <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/12691>

Proyecto de Construcción de Vivienda en Colombia.

1.4.1 Problemas transversales al proyecto. Para iniciar, "el enfoque tradicional de gestión y gerencia de proyectos supone planos en 2D, cartillas de innumerables detalles, documentación y procedimientos que se manejan de manera interna dentro de las organizaciones, muchas veces, de manera efectiva, sin embargo, el hecho de manejar esta información correctamente no quiere decir que se maneje igualmente y de manera clara en la parte externa de las organizaciones"²⁶ lo que da cabida a la interpretación de la información debido a la falta de protocolos claros que estandaricen la forma en la cual esta es entregada y recibida por cada una de las partes involucradas.

Del mismo modo, es extensa la información que se genera en torno a cada proyecto por tanto el manejo y la distribución de la misma implica contar con canales claros de comunicación, lo cual, aún en la actualidad pese a las diversas herramientas tecnológicas que permiten tanto el almacenamiento como la publicación de la misma, no se desarrolla de manera adecuada al interior de las organizaciones lo que ocasiona pérdida de información.

Por otra parte, es necesario tener claridad en aspectos claves del proyecto "en cuanto a quienes son sus interesados (...) estableciendo responsabilidades de cada uno de los integrantes de la estructura principal del proyecto"²⁷, ya que al obviar este tipo de asignaciones es posible que se dé por hecho la ejecución de ciertas labores que ninguno de los involucrados tiene a cargo, generando retrasos que pueden convertirse en parte de la ruta crítica del proyecto.

1.4.2 Problemas en la etapa de legalización. Ahora bien, para iniciar de manera adecuada con el desarrollo de un proyecto, aspectos determinantes como los objetivos que se quieren cumplir y el alcance del mismo deben estar claramente definidos ya que de lo contrario el diseño tanto a nivel arquitectónico como técnico podría presentar deficiencias e incluso ir en contravía de las expectativas de los inversionistas.

Lo anterior visto desde otra perspectiva, se podría considerar como un obstáculo en el desarrollo de los contratos de diseño propios del proyecto ya que, sin la claridad suficiente en los objetivos globales del mismo, el alcance de cada una de las etapas será difuso y en consecuencia los entregables que se obtendrán no será coherentes con el avance planeado generando retrasos aún previos a la planeación.

²⁶ *Ibíd.*, p. 12.

²⁷ *Ibíd.*, p. 12.

1.4.3 Problemas en etapa planeación de obra. Para continuar con lo expresado por Duarte y Pinilla²⁸, dada la complejidad de los entregables de esta etapa, uno de los mayores problemas asociados al desarrollo de los proyectos inmobiliarios se encuentra en omitir el proceso de coordinación técnica en el cual se evalúan las alternativas de los diseños que permiten minimizar la cantidad de obstáculos en etapas posteriores y, por tanto, evitar los sobrecostos en construcción.

Así mismo realizar la coordinación, pero sin el rigor necesario incrementa la posibilidad de cometer errores en cuanto a la planificación de actividades, selección de materiales y cuantificación de recursos lo que ocasiona re-procesos comúnmente desarrollados tardíamente y simultáneos, por ende, no existe una integración adecuada al proyecto llevando a tomar decisiones apresuradamente.

Del mismo modo, debido a que esta etapa comprende el desarrollo de los diseños técnicos asociados al proyecto que permiten posteriormente presupuestar y planear la obra en ámbitos relativos a programación de actividades, contratación de proveedores y selección de equipos a emplear, se hace indispensable contar con la información técnica y las especificaciones dentro de los plazos establecidos surtiendo cualquier cambio previo al proceso de cotización ya que las variaciones pueden significar aumento en el presupuesto aprobado.

1.4.4 Problemas en etapa construcción. En concordancia con lo expuesto por Martínez, González y Da Fonseca esta es la "etapa en la cual se realiza la materialización física del proyecto con todos los recursos materiales (mano de obra, equipos, materiales, etc.) e inmateriales (diseños, políticas de inventarios, protocolos de trabajo, etc.) necesarios."²⁹

Sin embargo, son frecuentes las pérdidas de tiempo y dinero que a menudo se presentan durante la ejecución de la obra por los re-procesos generados a causa de la inadecuada gestión en el desarrollo de los diseños en las etapas previas, lo que ocasiona realizar nuevamente cálculos de cantidades y actualizaciones de presupuestos.

Por otra parte, errores comunes propios de la construcción son los retrasos en el suministro de materiales, pérdidas de los mismos por mal almacenamiento, inadecuada interpretación de planos o detalles constructivos e incluso errores de construcción por falta de supervisión. En general, problemas asociados a los

²⁸ *Ibíd.*, p. 11.

²⁹ MARTÍNEZ, Patricia; GONZÁLEZ, Vicente y DA FONSECA Eduardo. Integración conceptual Green-Lean en el diseño, planificación y construcción de proyectos. En: Revista Ingeniería de Construcción. [Repositorio Digital]. Universidad de Valparaíso. Valparaíso. CL. Abril. Vol. 24. Nro. 1. 2009, p. 8. ISSN 0718-5073. [Consultado 03, marzo, 2020]. Archivo en PDF. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ric/v24n1/art01.pdf>

cambios de diseños, la falta de planeación y la supervisión inadecuada de los procesos constructivos.

1.4.5 Problemas en la etapa de entrega y operación. Finalmente, uno de los mayores problemas presentados en la etapa de cierre está estrechamente relacionado con la pérdida de información a lo largo del ciclo de vida del proyecto, aspecto inicialmente identificado como transversal a este.

Debido a que comúnmente la información del proyecto inherente a planos récord, especificaciones, proveedores y garantías no es recopilada ni almacenada de manera rigurosa, cuando surge la necesidad de atender una garantía solicitada por el usuario final no es posible hacerlo debido a la falta de claridad en la información relativa al tiempo de cobertura dada por el contratista encargado o por vicios en la documentación solicitada.

Lo mismo sucede en el proceso de atención por post-venta, ya que encontrar los documentos asociados al proyecto posterior a un año de terminada la construcción, liquidado el personal y archivada la información correspondiente al mismo se convierte en una tarea compleja lo que termina por traducirse en costos extras para la constructora al no tener disponible la documentación requerida.

Para sintetizar la totalidad de los aspectos previamente identificados inherentes a los problemas asociados con la gestión de los proyectos inmobiliarios a continuación, se presenta un cuadro de resumen que consolida las causas y consecuencias de cada uno de ellos a lo largo del ciclo de la vida de los proyectos.

Cuadro 1. Problemas, causas y consecuencia de la gestión de proyectos inmobiliarios

	CAUSAS	PROBLEMAS	CONSECUENCIAS
transversales	falta de protocolos en manejo de información	interpretación errónea de la información	re-procesos por información poco asertiva
	falta de claridad en canales de comunicación	errores en almacenamiento de la información	pérdida de información importante del proyecto
	actividades sin responsables asignados	fallas en la asignación de responsabilidades	retraso por omisión en la ejecución de actividades
ización	falta de claridad en el alcance del proyecto	diferencias entre las expectativas y el alcance	inconformismo por variación de las expectativas

Cuadro 1. (Continuación)

legaliz	delimitación inadecuada del los objetivos del proyecto	errores en el desarrollo del contrato vs. etapas	entregables incompatibles con el avance planeado
planeación de obra	fallas en la revisión de la información técnica	omisión del proceso de coordinación técnica	no se evidencian incongruencias a tiempo
	proceso de coordinación técnica sin rigor	inadecuada coordinación técnica	re-procesos en cuantificación de recursos
	información técnica insuficiente	mal manejo de la gestión de cambios	variación en presupuestos respecto al aprobado
construcción	omisión de las etapas previas de planeación	fallas en la gestión de diseños involucrados	re-procesos y sobrecostos por actualizaciones
	falta de planeación y programación de obra	retrasos en la ejecución de obra	sobrecostos con afectación a las utilidades
entrega	falta de claridad en especificación de garantías	información insuficiente para atención de garantías	mala atención e inconformidad de comprador
	registro inadecuado de información técnica	falta de información para la ejecución de post-venta	sobrecostos por falta de claridad en información
	CAUSAS	PROBLEMAS	CONSECUENCIAS

2. BUILDING INFORMATION MODELING

2.1 CONTEXTO HISTÓRICO

Con base en lo enunciado por Mojica y Valencia³⁰, el origen se remonta a la década de los 70's, momento en el cual surge el Building Description Systems (BDS) desarrollado por Bolt, Beranek y Newman como un software capaz de integrar al dibujo cantidades, costos y especificaciones a partir de la centralización de la información proveniente de un grupo de programas independientes. Este primer acercamiento se generó en Estados Unidos basado en el concepto presentado por Chuck Eastman el cual tenía como premisa que "cualquier cambio realizado en un plano o dibujo de un arreglo debería hacerse sólo una vez y los demás dibujos derivados del mismo arreglo de elementos se actualizarían automáticamente"³¹.

Para principios de los 80's y distante al primer acontecimiento evidenciado respecto a este concepto, se creó la compañía húngara Graphisoft la cual en 1984 lanzó la primera versión de AchiCAD, un programa que con una visión ajena a la tradicional mesa de dibujo desarrollada por la compañía estadounidense Autodesk y su herramienta de dibujo AutoCAD, se enfocó en la representación tridimensional de edificaciones. Es así como a finales de esa década, finalmente se consolidó el concepto Building Information Modeling (BIM), denominado así por la unión de dos términos empleados en Norteamérica y Europa respectivamente, Building Product Models (BPM) y Product Information Model (PIM).

En 1986 Robert Aish realizó la primera publicación oficial en la cual se mencionó ese término describiendo los aspectos inherentes a una metodología de trabajo que trasciende el dibujo geométrico en dos dimensiones. En ese documento se hizo referencia a aspectos como "modelación 3D, extracción automática de dibujos, componentes paramétricos inteligentes (...); bases de datos que se relacionan entre si y funcionales para múltiples proyectos, procesos de construcción concebidos por fases temporales definidas".³²

De manera paralela, en diferentes países evolucionó el desarrollo de softwares que buscaban incorporar los lineamientos descritos entre los cuales se destacan

³⁰ MOJICA ARBOLEDA, Alfonso y VALENCIA RIVERA, Diego Fernando. Implementación de las metodologías BIM como herramienta para la planificación y control del proceso constructivo de una edificación en Bogotá. [Repositorio Digital]. Trabajo de grado. Ingeniero civil. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Ingeniería. Departamento de Ingeniería Civil. Bogotá D.C. CO. 2012. p. 25. [Consultado 14, septiembre, 2019]. Archivo en PDF. Disponible en: <https://cutt.ly/ByQ2AqS>

³¹ *Ibíd.*, p. 26.

³² *Ibíd.*, p. 27.

Rucaps, Sonata, Reflex, Cheops, Architron, entre otros, los cuales constituirían la base del desarrollo de los programas que actualmente se conocen como AllPlan, ArchiCAD, Autodesk Revit y Bentley Building.

Es así como Laiserin, justo con el cambio de siglo y valiéndose de la transformación tecnológica en auge para la época, propicio la migración de la herramienta de trabajo bidimensional (AutoCAD) a una tridimensional, la cual más allá de ser un software en el estricto sentido de la palabra, permitía una forma de trabajo colaborativo.

A partir de ese hecho, múltiples han sido los softwares que han sido desarrollados basados en los lineamientos previamente enunciados, sin embargo, los más destacable a la fecha es la evolución de la metodología en si misma; la cual, desde la idea de "integración" presentada en 1975 se ha consolidado de manera significativa elevándolo a conceptos como el planteado por Agustí quien define el Building Information Modeling como "una metodología de trabajo aplicada en el sector de la construcción basada en el uso de unos sistemas y softwares que permiten integrar toda la información útil de un proyecto en un mismo modelo, permitiendo analizar y gestionar de forma efectiva todo el ciclo de vida del proyecto, desde la concepción hasta el derribo o reconversión, caracterizándose por un trabajo colaborativo entre los diferentes agentes partícipes del proyecto y con el objetivo principal de controlar y reducir los costes."³³

Ha sido tal el crecimiento a la fecha de BIM como metodología revolucionaria que durante la primera década del siglo se logró la integración de un modelo tridimensional a métodos de programación de ruta crítica; así mismo, se generó la asociación a un modelo de datos relevantes para un proyecto como lo son las cantidades y especificaciones, siendo esto el punto de arranque para la configuración de la modelación paramétrica: formas geométricas con características asignables.

Hoy en día el alcance de esta herramienta de trabajo colaborativo permite realizar acciones inherentes al diseño, planeación y seguimiento a la ejecución de proyectos, aspectos que dadas las características de los softwares desarrollados se realizan con gran facilidad debido a la automatización de los procesos que se ejecutan desde la modelación misma.

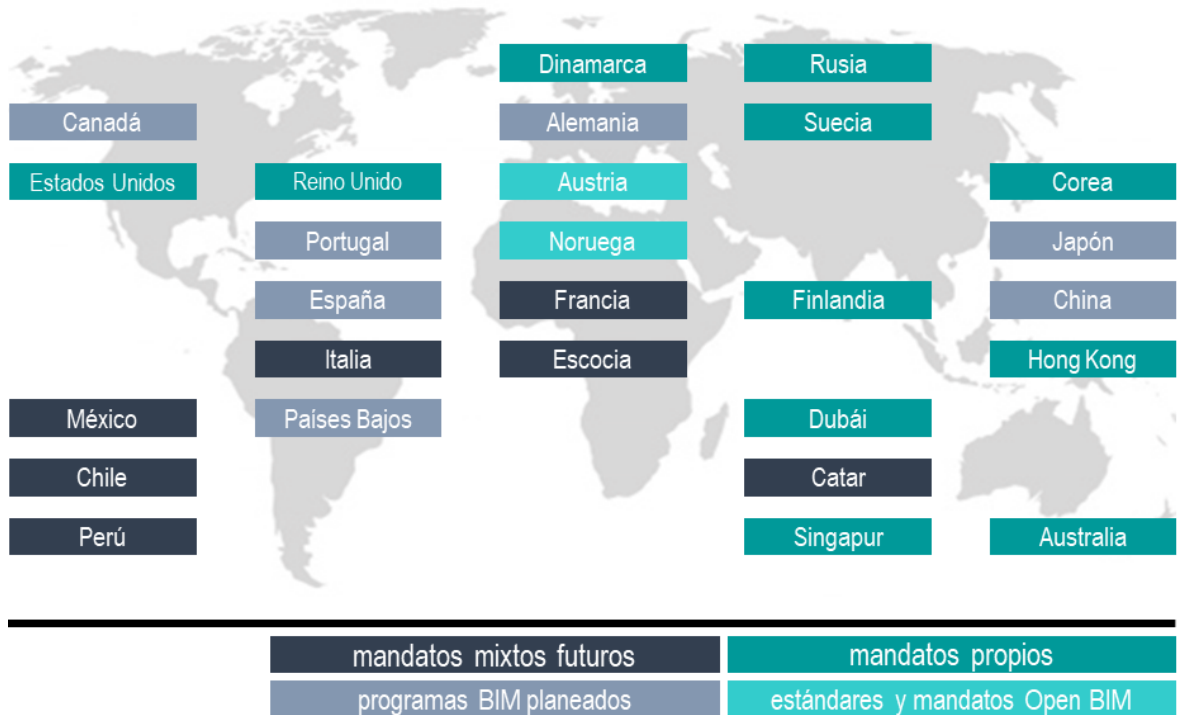
2.1.1 Contexto internacional. En la actualidad, el Building Information Modeling se ha consolidado alrededor del mundo como un elemento indispensable en los

³³ AGUSTÍ BRUGAROLAS, Santiago. Implementación de metodología BIM en el project management. [Repositorio Digital]. Trabajo de grado. Ingeniería civil. Escola Tecina Superior d'Enginyeria de Camins. Departamento de Construcción. Barcelona. ES. 2016. p. 5. [Consultado 15, julio, 2019]. Archivo en PDF. Disponible en: <http://hdl.handle.net/2117/103199>

procesos de construcción, pasando de ser una alternativa de trabajo a convertirse a una metodología aplicable normativamente.

Geográficamente, Europa es el continente cuya aplicación ha sido adoptada de manera más rigurosa llegando así a desarrollar estándares y lineamientos para el desarrollo, la presentación y la ejecución de proyectos bajo esta metodología. Es así como países como Inglaterra, Francia, Escocia, Portugal, España, Noruega, Holanda, entre otros, cuentan con mandatos establecidos para el desarrollo de proyectos de construcción.

Figura 9. Implementación de la metodología BIM en el mundo



Fuente: PAUL, Shimonti. BIM adoption around the world: how good are we? En: Geospatial World. [Sitio Web]. Sec. Articles. 15, diciembre, 2018. [Consultado 15, agosto, 2019]. Disponible en: <https://www.geospatialworld.net/article/bim-adoption-around-the-world-how-good-are-we/>

Nota: Elaboración propia con base a la fuente. Traducido por el autor.

En concordancia, tal como lo enuncia Flórez, "el desarrollo de proyectos basados en la tecnología BIM ha ganado más importancia en diferentes países, al punto de que en varios se ha convertido en ley, cuando se trata de obras gubernamentales. Su desarrollo permite la discusión sobre métodos de estandarización de modelado y estrategias efectivas para aprovechar su potencial; por eso, se han establecido

estrategias que promueven el uso de esta herramienta a lo largo de la Unión Europea (EU BIM Task Group)³⁴

En América, aunque en menor medida, países como Canadá, Estado Unidos, Chile y Brasil han desarrollado sus propios estándares basados en los referentes europeos y así han iniciado un proceso de implementación aplicable al sector público.

Así lo evidencia Corferias, "en el caso de Latinoamérica, Chile es líder con la implementación de un plan BIM bajo el liderazgo de la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) que tiene como objetivo incorporar como requisito obligatorio esta metodología en todas las licitaciones públicas de construcción para 2020."³⁵

2.1.2 Contexto nacional. Análogamente, en el contexto nacional y contrario a la evidenciado en el resto del mundo, el sector privado de la construcción es el que ha impuesto liderazgo en la implementación de la metodología BIM, según un artículo en línea publicado por el periódico El Tiempo, acorde con las cifras de Camacol "el 40 por ciento de las edificaciones nuevas que se desarrollan en Colombia, ya están implementando el Modelado de Información para la Construcción (BIM, por sus siglas en inglés)."³⁶

En el año 2018, la Cámara Colombiana de la Construcción (Camacol) en un intento por evidenciar el esfuerzo realizado por particulares, llevo a cabo un evento académico denominado BIM Fórum Colombia, en el que se presentaron los principales retos en torno a la implementación de la metodología BIM y el camino que se seguirá para lograr mayor competitividad y productividad en la actividad edificadora.

Camacol como líder del BIM Forum Colombia, un "grupo de trabajo en el que se comparten experiencias, documentos, buenas practicas"³⁷, ve ese tipo de eventos

³⁴ FLÓREZ, Gabriel. El 40 por ciento de las construcciones del país usa tecnología BIM. En: Eltiempo.com. [Sitio Web]. Bogotá D.C. CO. Sec. Arquitectura y Construcción. 24, agosto, 2018. [Consultado 3, julio, 2019]. Disponible en: <https://cutt.ly/uyQ2BCM>

³⁵ CORFERIAS. Conozca dónde se está implementando BIM en el mundo. [Sitio Web]. Bogotá D.C. CO. Sec. Expoconstrucción & Expodiseño. 16, mayo, 2019. [Consultado 14, septiembre, 2019]. Disponible en: <https://cutt.ly/7yQ2667>

³⁶ FLÓREZ, Gabriel. El 40 por ciento de las construcciones del país usa tecnología BIM. En: Eltiempo.com. [Sitio Web]. Bogotá D.C. CO. Sec. Arquitectura y Construcción. 24, agosto, 2018. [Consultado 3, julio, 2019]. Disponible en: <https://cutt.ly/uyQ2BCM>

³⁷ CÁMARA COLOMBIANA DE LA CONSTRUCCIÓN -CAMACOL-. BIM fórum Colombia: articulación LATAM. [Sitio Web]. Bogotá D.C. CO. Sec. Productividad. (s.f.) [Consultado 22, septiembre, 2019]. Disponible en: <https://camacol.co/BIMforum>

“como plataforma de articulación de actores y gestión del conocimiento, en torno a la digitalización del sector de la construcción, para el incremento de la productividad en las empresas y de la competitividad de la actividad edificadora en Colombia”³⁸.

Dentro de la apuesta que hace Camacol continuamente para la apropiación integral de la metodología BIM a nivel nacional se trabajan aspectos fundamentales como la estandarización, extensión del conocimiento, gestión del cambio y difusión. Recientemente, BIM Forum Colombia presento hacia finales de 2019 el BIM KIT, una serie de guías para la adopción de la metodología en las organizaciones que abarca componentes claves para iniciar con la puesta en marcha en el contexto nacional.

Es así como, BIM Forum Colombia³⁹ con una serie inicial de siete documentos buscó iniciar con la estandarización los procesos asociados a un proyecto de construcción bajo la metodología Building Information Modeling tomando como referencia la normas y estándares desarrollados internacionalmente.

2.2 CONCEPTUALIZACIÓN

Una vez revisado el origen de la metodología Building Information Modeling, se hace imprescindible revisar algunos de los conceptos asociados a esta a fin de tener un panorama global de lo que significa y abarca en el sector de la construcción.

Para iniciar, Oussouboure y Delgado⁴⁰ desde una perspectiva de optimización definen BIM como una metodología eficiente de trabajo que a partir de la integración permite una considerable reducción de los costos a lo largo del ciclo de vida del proyecto mejorando su desarrollo a partir de la simulación, lo que permite anticipar cualquier tipo de problemas reduciendo el tiempo de ejecución del proyecto.

³⁸ CORFERIAS. Conozca dónde se está implementando BIM en el mundo. [Sitio Web]. Bogotá D.C. CO. Sec. Expoconstrucción & Expodiseño. 16, mayo, 2019. [Consultado 14, septiembre, 2019]. Disponible en: <https://cutt.ly/7yQ2667>

³⁹ BIM FORUM COLOMBIA. BIM kit: guías para la adopción BIM en las organizaciones. [Sitio Web]. Bogotá D.C. CO. Sec. Productividad. (s.f.) p. 2. [Consultado 25, marzo, 2020]. Archivo en PDF. Disponible en: <https://camacol.co/documentos-bim-forum-colombia>

⁴⁰ OUSSOUBOURE, Guere y DELGADO VICTORE, Roberto. La asignación de recursos en la gestión de proyectos orientada a la metodología BIM. En: Revista de Arquitectura e Ingeniería. [Repositorio Digital]. ES. Vol. 11. Nro. 1. 2017, p. 3. [Consultado 13, julio, 2019]. Archivo en PDF. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6450734>

Por otra parte, Azhar⁴¹ citando lo enunciado por el National Institute of Building Sciences, precisa que BIM es una representación digital de las características físicas de una edificación construida a partir del trabajo colaborativo de los diversos interesados en el proyecto, que debido a la información asociada que la respalda permite tomar decisiones y reflejar la participación de cada uno de ellos. En este caso, más allá de determinar los beneficios tecnológicos que esta metodología supone, los recursos humanos implícitos dentro del proyecto entran a jugar parte fundamental de la misma.

Ambos planteamientos son respaldados por lo expuesto por Autodesk, empresa que define Building Information Modeling como "un proceso que comienza con la creación de un modelo 3D de diseño inteligente, y luego utiliza ese modelo para facilitar la coordinación, simulación y visualización, así como ayudar a los propietarios y proveedores de servicio a mejorar el modo como planifican, diseñan, construyen y administran los edificios e infraestructuras".⁴²

De manera más específica, Duarte y Pinilla⁴³ con base a lo propuesto por Saldías determinan que el propósito de BIM es hacer explícita la información correspondiente a los diseños de tal forma que sea posible revisar las diversas opciones en tiempo real por los grupos interdisciplinarios involucrados en el proyecto; así mismo, debido a los documentos asociados que se generan como parte de los procesos (planos, listas, tablas, cantidades, programación, entre otros), este mecanismo de trabajo aporta significativamente a la eficiencia en comparación con el modelo tradicional de dos dimensiones.

En concordancia, el objetivo de la metodología BIM es minimizar la pérdida de valor de la información a lo largo del ciclo de vida del proyecto y dado el amplio espectro de aplicación que tiene para los proyectos, sus principales beneficios se resumen en reducción de tiempos y costos en la ejecución; lo anterior sin desconocer la mejora en la comunicación que la adecuada integración de esto supone así como,

⁴¹ AZHAR, Salman y MALIK, Salman. Building information modeling (BIM): now and beyond. En: Australasian Journal of Construction Economics and Building [Repositorio Digital]. AU. Diciembre. Vol. 12. Nro. 4. 2012, p. 15. DOI: 10.5130/ajceb.v12i4.3032. [Consultado 10, julio, 2019]. Archivo en PDF. Disponible en: <https://cutt.ly/9yQ97VO>

⁴² AUTODESK. Comienza a usar BIM para el diseño de edificios. [Sitio Web]. EU: Autodesk Inc. 2019, p. 4. [Consultado 07, agosto, 2019]. Archivo en PDF. Disponible en: <https://latinoamerica.autodesk.com/campaigns/get-to-bim-discovery/get-started-guide-building-ty>

⁴³ DUARTE HINOJOSA, Naisir y PINILLA ARENAS, Jose Joaquín. Razón de costo-efectividad de la implementación de la metodología BIM y la metodología tradicional en la planeación y control de un proyecto de construcción de vivienda en Colombia. [Repositorio Digital]. Trabajo de grado. Magíster en ingeniería civil. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Ingeniería. Departamento de Ingeniería Civil. Bogotá D.C. CO. 2014, p. 18. [Consultado 27, febrero, 2020]. Archivo en PDF. Disponible en: <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/12691>

la facilidad en los procesos de coordinación y la agilidad en la obtención de información cuantitativa y cualitativa.

En resumen, Building Information Modeling es una metodología de trabajo colaborativo que permite la integración de la información a partir del uso de herramientas tecnológicas cuyo fin es optimizar los procesos a lo largo del ciclo de vida de un proyecto.

2.2.1 Dimensiones BIM. Acorde con lo enunciado previamente, las características asociadas a esta metodología de trabajo colaborativo permiten obtener información detallada a partir de un modelo que integra datos consecuentemente con el alcance definido del proyecto. Es así como, lo precisa Monfort⁴⁴

- **3D:** modelo construido con objetos geométricos y volumétricos del proyecto que de acuerdo al nivel de detalle incluirá características específicas más allá del material, garantizando la parametrización requerida de los elementos que será necesaria en etapas posteriores.
- **4D:** sumado a lo anterior, en esta dimensión se incluye la variable tiempo lo que significa que a cada elemento se le atribuye una secuencia de construcción que permite realizar simulaciones, generar un plan de ejecución previendo errores y controlar a futuro el desarrollo de la obra.
- **5D:** adicionalmente, en este punto se compilan los aspectos económicos inherentes al proyecto a partir de la definición de las cantidades, materiales a emplear y costos de producción lo que permite realizar un control de gastos en ejecución que propenda por el cumplimiento del presupuesto aprobado.
- **6D:** esta dimensión está relacionada con la sostenibilidad del proyecto que se desarrolla a partir del análisis pre-construcción de factores tales como la ubicación, orientación, los materiales, el sistema de ventilación y todas aquellas variables que permitan reducir el consumo energético una vez puesto en marcha el edificio.
- **7D:** llegando al nivel más alto de aprovechamiento del modelo, esta dimensión permite conocer el estado real de las instalaciones del proyecto, especificaciones, mantenimiento, manuales de uso y garantías de los productos, optimizando la gestión del edificio una vez entrada la etapa de operación y mantenimiento.

⁴⁴ MONFORT PITARCH, Carla. Impacto del BIM en la gestión del proyecto y la obra de arquitectura: un proyecto con Revit. [Repositorio Digital]. Universidad Politécnica de Valencia. Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Valencia. ES. 2014-2015. p. 31. [Consultado 10, marzo, 2020]. Archivo en PDF. Disponible en: <https://cutt.ly/gyQ3cHS>

2.2.2 Niveles de desarrollo. Con base en lo anterior y entendiendo el alcance que supone la implementación de la metodología Building Information Modeling respecto a la información asociada al modelo, se hace necesario presentar lo inherente al Level of Development (LOD) o nivel de desarrollo; concepto que como lo reseña Sánchez, fue desarrollado por el American Institute of Architects el cual determino que “podría definirse como una escala que informa hasta qué punto se ha desarrollado un elemento del modelo”⁴⁵.

En otras palabras, el LOD representa el nivel confiabilidad del modelo que se genera a partir de la información gráfica y no grafica del mismo lo cual tiene relación directa con la etapa de desarrollo del proyecto y por tanto es una medida ligada a la cantidad y la calidad de la información que se espera obtener del mismo.

En concordancia, a continuación, se enunciarán los aspectos que determinan el grado de veracidad en cada uno de los niveles y que permiten alcanzar el nivel esperado en cada etapa del proyecto partiendo de lo descrito por González⁴⁶.

- **LOD 100:** nivel inicial de desarrollo, los elementos en el modelo suelen ser representados por objetos genéricos sin que esto involucre necesariamente figuras geométricas. Los elementos constitutivos tienen la función de validar parámetros de área, volumen, altura o longitud, aspectos que de manera general permitirán determinar la viabilidad de un proyecto.
- **LOD 200:** nivel de especificación gráfica de los elementos en el cual se analiza el funcionamiento respecto a las directrices del proyecto en variables iniciales no gráficas relativas a costos y tiempo. Debido a que se desarrolla en mayor medida el modelo, los componentes son aptos para iniciar el proceso de coordinación técnica.
- **LOD 300:** en este nivel se precisan las características graficas de los elementos añadiendo valores de pertenencia asociados a la materialidad, sistema constructivo, uso, ubicación, orientación, entre otros. Los elementos pueden ser analizados específicamente y de manera complementaria permiten generar información de costos de fabricación y construcción.
- **LOD 400:** nivel de definición geométrica en el que se detallan aspectos como dimensión, posición y cantidad, con información precisa referente a detalles

⁴⁵ SÁNCHEZ ORTEGA, Agustín. LOD o nivel de desarrollo. En: Espacio BIM. [Sitio Web]. Navarra. ES. Sec. Blog. 25, octubre, 2016. [Consultado 13, abril, 2020]. Disponible en: <https://cutt.ly/pyQ3Wlh>

⁴⁶ GONZÁLEZ PÉREZ, Carlos. Building Information Modeling: metodología, aplicaciones y ventajas. Casos prácticos en gestión de proyectos. [Repositorio Digital]. Trabajo de grado. Magíster en edificación con especialidad de gestión. Universidad Politécnica de Valencia. Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación. Valencia. ES. 2015. p. 26 [Consultado 13, abril, 2020]. Archivo en PDF. Disponible en: <https://riunet.upv.es/handle/10251/56357>

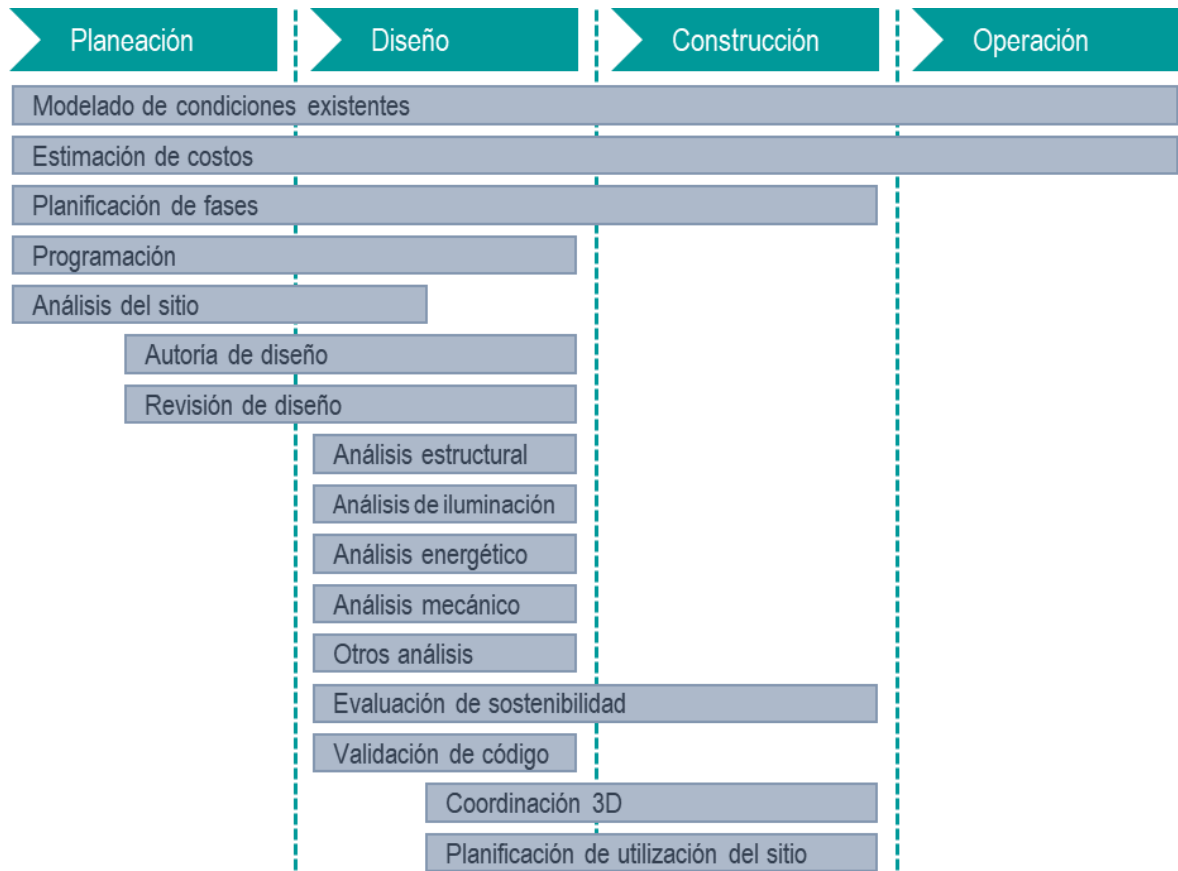
constructivos y fabricación. Por la exactitud del modelo, la información correspondiente a presupuesto y programación es cercana a la realidad.

- **LOD 500:** nivel de desarrollo acorde con lo construido tanto en lo relativo a la información gráfica como a la documental. La información asociada debe ser fiel a lo ejecutado, reflejar los cambios producidos en obra, lo proveedores involucrados, así como las especificaciones de mantenimiento y garantía.

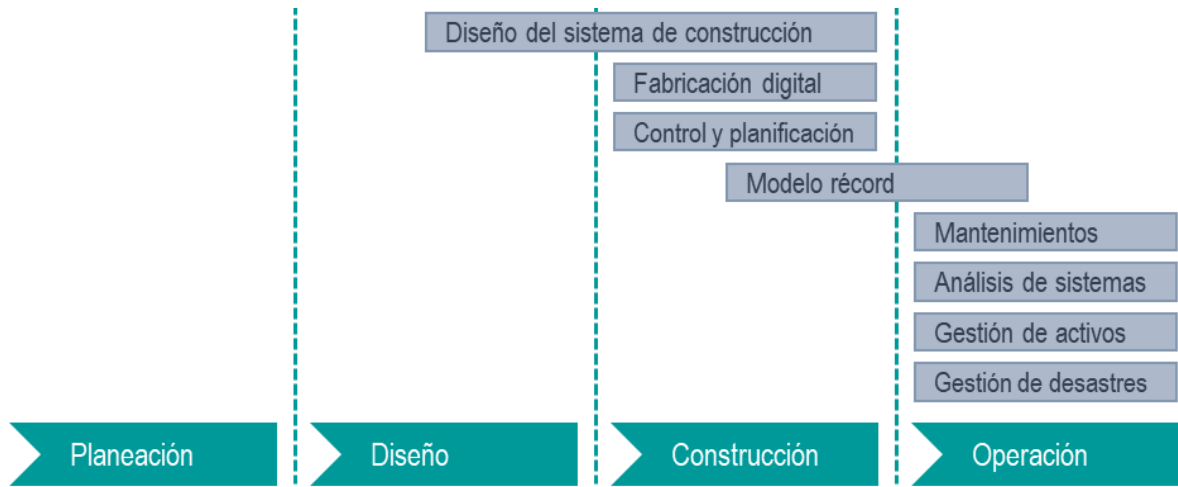
2.3 USOS BIM

Basado tanto en el alcance como en las diversas aplicaciones que permite la metodología Building Information Modeling, asociaciones académicas interesadas en fortalecer la adopción de la misma desarrollaron una serie de usos vinculados a los propósitos generales que se buscan alcanzar durante la ejecución del proyecto, los cuales agrupados a partir del ciclo de vida de una construcción permitieron la unificación de términos y estandarización de criterios de la mano con los distintos avances tecnológicos que supone este método de trabajo.

Cuadro 2. Usos BIM



Cuadro 2. (Continuación)



Fuente: PENNSTATE COLLEGE OF ENGINEERING. BIM uses by project phase. [Sitio Web]. Pensilvania. EU. Sec. BIM uses. (s.f.) [Consultado 12, febrero, 2020]. Disponible en: https://www.bim.psu.edu/bim_uses/

Nota: Elaboración propia con base a la fuente. Traducido por el autor.

Es así como la Universidad de Pennsylvania (Estados Unidos), delimito los usos BIM asociados a un proyecto definiendolos como “un método para aplicar el modelado de información de la construcción durante el ciclo de vida del proyecto para lograr uno o más objetivos específicos.”⁴⁷

En concordancia, el siguiente cuadro refleja el objetivo y el valor potencial de los usos BIM basado en lo descrito por el Penn Estate College of Engineering⁴⁸.

Cuadro 3. Objetivo y valor potencial de los usos BIM

USOS BIM	OBJETIVO	VALOR POTENCIAL
Modelado de condiciones existentes	modelo 3D de lo existente que permite obtener información actual previo al desarrollo del proyecto	precisión de la información existente para análisis, modelado, coordinación y control

⁴⁷ PENNSTATE COLLEGE OF ENGINEERING. BIM uses by project phase. [Sitio Web]. Pensilvania. EU. Sec. BIM uses. (s.f.) [Consultado 12, febrero, 2020]. Disponible en: <https://cutt.ly/3yQ8eEQ>

⁴⁸ *Ibíd.*

Cuadro 3. (Continuación)

Estimación de costos	generación de cantidades y costos, el proceso permite ver efectos de los cambios en los diseños	cuantificación con rapidez y precisión, proporciona información de costos desde etapas iniciales
Planificación de fases	modelo 4D que permite planificar de manera efectiva la secuencia de construcción visualmente	comprensión de la programación de obra y mejora en la planeación de las dinámicas de la obra
Programación	proceso de programación espacial que permite evaluar la eficiencia del diseño y requisitos especiales	evaluación del rendimiento del diseño respecto a los requisitos especiales de los interesados
Análisis del sitio	evaluación de implantación dentro de un área que permiten determinan ubicación optima	potenciación de los criterios de implantación respecto a costos, eficiencia energética y otros
Autoría de diseño	proceso de creación, auditoria y análisis del modelo 3D con base en los criterios de diseño	visualización del diseño para control de calidad y colaboración de los interesados
Revisión de diseño	proceso de validación del modelo 3D respecto al cumplimiento de los criterios de diseño	evaluación en tiempo real de las alternativas en tiempos corto y de manera eficiente y efectiva
Análisis estructural	modelado analítico para determinar el comportamiento estructural respecto a estándares requeridos	reducción de tiempos y costos a partir de la aplicación de análisis rigurosos y calidad del diseño
Análisis de iluminación	modelado analítico para determinar comportamiento de sistema de iluminación a partir de simulación	sin definir
Análisis energético	proceso de simulación energética del edificio a partir de la evaluación y optimización del diseño	Obtención de información energética mediante la predicción para mejoramiento del diseño
Análisis mecánico	sin definir	sin definir
Otros análisis	sin definir	sin definir

Cuadro 3. (Continuación)

Evaluación de sostenibilidad	evaluación de la edificación con base a estándares existentes aplicables en el ciclo de vida	revisión temprana de las alternativas de diseño para la eficiencia futura del proyecto
Validación de código	verificación de los parámetros del proyecto respecto a normativa específica del mismo	validación en etapas iniciales del cumplimiento reduciendo errores y sobrecostos asociado al diseño
Coordinación 3D	proceso de coordinación 3D para identificación de conflictos por la comparación de sistemas	reducción de conflictos en etapa de diseño para aumentar la productividad en obra
Planificación de utilización del sitio	representación grafica de las instalaciones de obra acorde con etapas de construcción	identificación de utilización optima de los espacios de obra acorde con organización y dinámicas
Diseño del sistema de construcción	modelo 3d para diseñar y analizar sistemas complejos de construcción del proyecto	aumento en la capacidad y productividad de la construcción de sistemas complejos
Fabricación digital	utilización de la información digital para facilitar la fabricación de piezas de ensamblaje	precisión y calidad de la información que garantice tiempos y minimice errores de fabricación
Control y planificación	diseño de conjuntos, automatización de movimientos y generación de puntos de control	disminución de errores en elementos asociados geográficamente al modelo
Modelo récord	representación gráfica y documental de las condiciones físicas de la edificación construida	documentación de la realidad del edificio para futuros permisos, renovaciones o mantenimientos
Programación de mantenimientos	proceso de mantenimiento relativo a funcionalidad de la estructura y los equipos del edificio	planificación de actividades de mantenimiento y reparación en etapa de operación
Análisis de sistemas	proceso de comparación del rendimiento del edificio respecto a los especificado en el diseño	validación de los especificado vs. los estándares de sostenibilidad para el rendimiento del edificio
Gestión de activos	sistema de gestión vinculado al modelo para ayudar al mantenimiento y operación	asociación de información de especificaciones, manuales y mantenimiento

Cuadro 3. (Continuación)

Gestión de desastres	acceso a información crítica del proyecto para gestión en el caso de eventos extremos	brindar información que mejore la efectividad de respuesta ante emergencias probables
USOS BIM	OBJETIVO	VALOR POTENCIAL

Fuente: PENNSTATE COLLEGE OF ENGINEERING. BIM uses by project phase. [Sitio Web]. Pensilvania. EU. Sec. BIM uses. (s.f.) [Consultado 12, febrero, 2020]. Disponible en: https://www.bim.psu.edu/bim_uses/

Nota: Elaboración propia con base a la fuente. Traducido por el autor.

2.4 HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS

Una vez revisadas las variables gráficas y documentales que permiten el cumplimiento de los objetivos del proyecto a partir de la delimitación de usos BIM, se hace imprescindible reconocer el componente tecnológico que facilita el desarrollo de estos aspectos.

De este modo, una vez aclaradas todas las expectativas relacionadas con del proyecto es importante definir las herramientas apropiadas para cumplir con el alcance establecido en las etapas iniciales del proyecto; para lo cual, es necesario tener claridad en el método de aproximación para el cumplimiento de los usos BIM a partir de la selección de un software específico partiendo de la identificación de los diferentes beneficios asociados a este y conociendo aspectos inherentes a la interoperabilidad y el hardware requerido para su correcta operación.

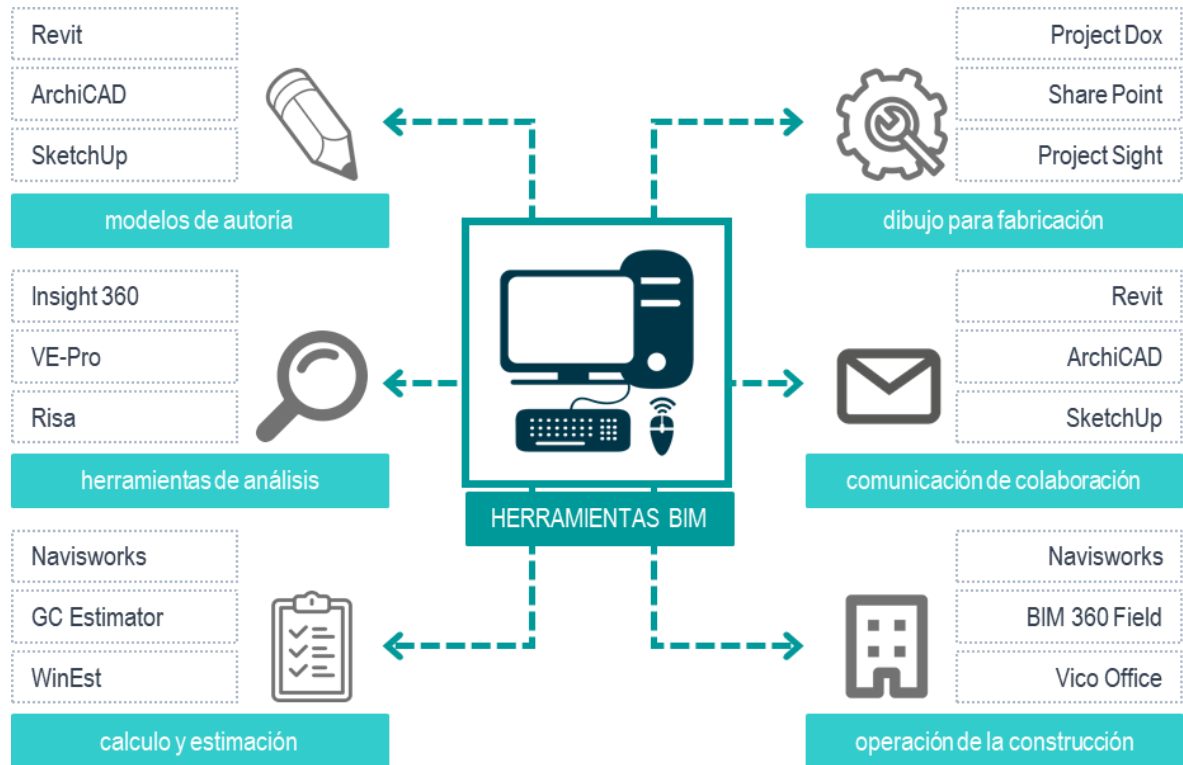
Como lo enuncia Zigurat Global Institute Of Technology⁴⁹, no todas las herramientas BIM disponibles en el mercado cumplen la misma función, las más conocidas son los programas para la autoría de modelos, dentro de la cual se encuentran softwares de grandes casas desarrolladoras como Autodesk liderando el mercado a nivel mundial con Autodesk Revit seguido por Archicad producto generado por Graphisoft.

Sin embargo, estas herramientas no son la únicas disponibles en el mercado, a la fecha múltiples han sido los softwares desarrollados acorde con la función específica a cumplir las cuales se pueden enmarcar dentro de las categorías de autoría, análisis, calculo, fabricación, operación y comunicación.

⁴⁹ ZIGURAT GLOBAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY. ¿Qué software bim debo utilizar?: software para Building Information Modeling. [Sitio Web]. Barcelona. ES. Sec. Arquitectura BIM. 17, julio, 2018. [Consultado 03, marzo, 2020]. Disponible en: <https://cutt.ly/TyQ8b3R>

Lo anterior, con base a lo presentado por Naska Digital⁵⁰ y lo cual se puede ver con mayor claridad en el siguiente gráfico.

Figura 10. Herramientas BIM en el ciclo de vida de un proyecto



Fuente: NASKA DIGITAL. Bim Technology: project phases - expert modeling. [Diapositivas]. Bogotá D.C. CO. 2019.

Nota: Elaboración propia con base a la fuente. Traducido por el autor.

2.5 ROLES ASOCIADOS A LA METODOLOGÍA

Debido a que la metodología Building Information Modeling trasciende de la utilización de herramientas tecnológicas, existe un componente humano fundamental asociado a la estructura organizacional o proyectual que permite alcanzar el nivel máximo de madurez en el proceso de implementación; en concordancia, parte del avance de este modelo metodológico implicó la caracterización de roles definiendo las responsabilidades implícitas y las capacidades requeridas para la asignación de cada uno de ellos.

⁵⁰ NASKA DIGITAL. Bim Technology: project phases - expert modeling. [Diapositivas]. Bogotá D.C. CO. 2019.

Es así como, durante el año 2019 Camacol como líder del BIM Forum Colombia⁵¹ publicó una serie de guías para la adopción BIM en las organizaciones dentro de las cuales se desarrolló una específica correspondiente a los roles y perfiles involucrados en la metodología, presentando los diferentes niveles de responsabilidad y las habilidades mínimas requeridas del equipo de trabajo para el correcto desenvolvimiento del proyecto basado en referentes internacionales.

2.5.1 BIM Manager. Partiendo de lo descrito por el BIM Forum Colombia⁵², el BIM manager cumple un papel estratégico dentro de la organización o el proyecto ya que es la persona encargada de realizar la definición de políticas para la implementación que deben ser seguidas por el resto del grupo de trabajo.

Adicionalmente, será la persona encargada de manejar de manera integral los temas relacionados con la metodología, de acompañar a los equipos de trabajo en cada proyecto y de brindar apoyo al coordinador BIM haciendo seguimiento y ajustes a los procesos definidos para la organización o el proyecto.

Así mismo, se requiere que la persona asignada posea conocimientos relacionados con la gerencia de proyectos lo facilitará el establecimiento de procesos de comunicación y ejecución para los proyectos de manera global.

Respecto a las capacidades del profesional, se establece que la persona debe contar con amplio conocimiento y experiencia en la metodología Building Information Modeling, así como, tener conocimiento en temas relativos a arquitectura e ingeniería tanto a nivel de diseño como de construcción. Igualmente, por su función estratégica y gerencial debe tener habilidad para la estandarización y optimización de procesos tecnológicos.

2.5.2 Coordinador BIM. Siguiendo con lo establecido por el BIM Forum Colombia⁵³, el coordinador BIM cumple un rol en su mayoría enfocado a la gestión ya que será la persona encargada de velar por la correcta coexistencia de las diferentes disciplinas involucradas en el desarrollo de los proyectos así como, de velar por el cumplimiento de las políticas y estrategias definidas por el BIM manager para la organización o el proyecto.

⁵¹ BIM FORUM COLOMBIA. BIM kit: guías para la adopción BIM en las organizaciones – roles y perfiles-. [Sitio Web]. Bogotá D.C. CO. Sec. Productividad. (s.f.) p. 5. [Consultado 5, marzo, 2020]. Archivo en PDF. Disponible en: <https://camacol.co/documentos-bim-forum-colombia>

⁵² *Ibíd.*

⁵³ *Ibíd.*

La persona asignada debe poseer un amplio conocimiento en el manejo de las diferentes herramientas BIM a fin de realizar la gestión de la información de forma correcta validando la calidad de la misma.

Respecto a las capacidades del profesional, es necesario que la persona cuente con conocimiento en la metodología Building Information Modeling y experiencia en los procesos específicos de esta; de igual forma, debe tener experiencia general en coordinación técnica, gestión, planificación y administración de proyectos de arquitectura e ingeniería, así como un amplio entendimiento de aspectos técnicos y normativos de las diferentes especialidades implícitas en los proyectos.

2.5.3 Especialista BIM. Acorde con lo que afirma el BIM Forum Colombia⁵⁴, las personas elegidas para el cumplimiento de este rol serán las encargadas de la producción de información que permitirá la consolidación de modelos tridimensionales específicos para cada disciplina validando tanto la geometría como los datos asociados a la especialidad asignada en las diversas etapas del proyecto.

Respecto a las capacidades de los profesionales, se requiere que las personas asignadas tengan experticia en el uso del software elegido para el modelado y análisis, igualmente, deben tener conocimiento en la metodología Building Information Modeling generando familias específicas de la disciplina, así como habilidad para trabajar de forma colaborativa; también es importante que cuenten con conocimientos técnicos tanto a nivel de diseño como de construcción en su especialidad y que manejen íntegramente los aspectos normativos de la misma.

2.5.4 Modelador BIM. Definido por el BIM Forum Colombia⁵⁵ como la persona encargada de desarrollar todas las acciones necesarias para ejecutar los entregables asignados a su especialidad siguiendo los protocolos establecidos por para la gestión del proyecto y asegurando la adecuada coordinación de las diferentes especialidades involucradas en el desarrollo del mismo.

Es necesario que la persona asignada cuente con habilidades para el manejo de las tecnologías BIM y sus diferentes métodos de intercambio cumpliendo la función principal de modelar y mantener actualizada la información de los elementos constitutivos del proyecto.

Respecto a las capacidades del profesional, es mandatorio que la persona tenga experticia en el uso del software de modelado y amplio conocimiento en la Building Information Modeling respecto a estándares de creación de contenidos. Debe tener nociones básicas técnicas, normativas y constructivas de proyectos de arquitectura o ingeniería, así como grandes habilidades para el trabajo en equipo.

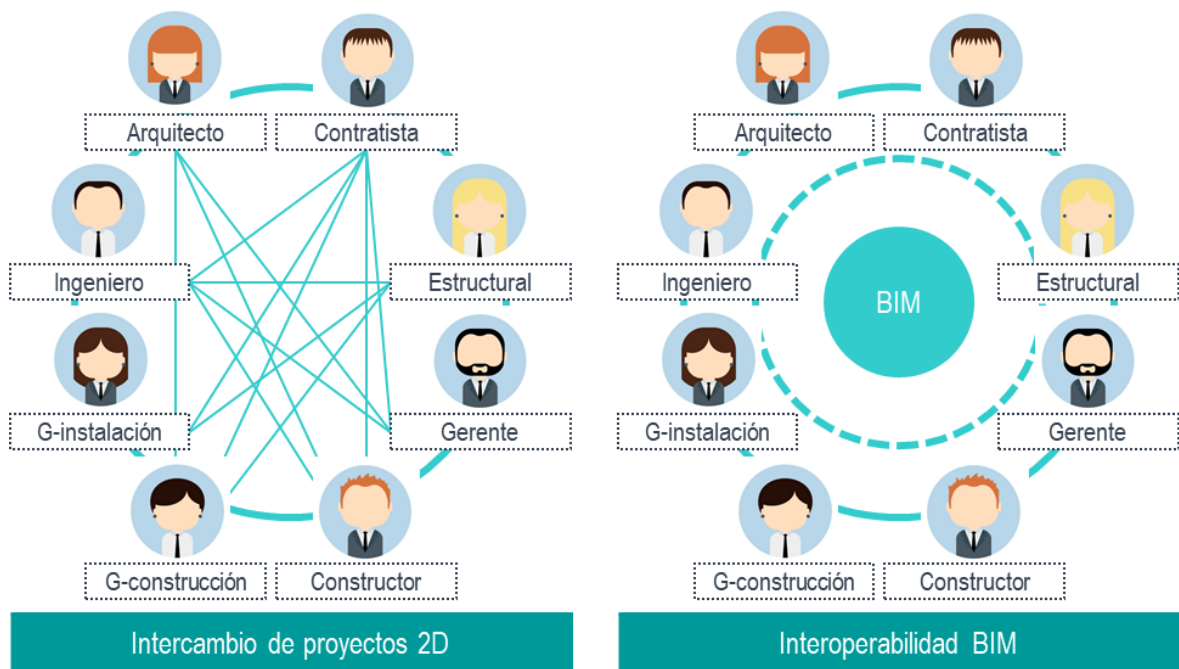
⁵⁴ *Ibíd.*

⁵⁵ *Ibíd.* p. 6.

2.6 FLUJO DE TRABAJO COLABORATIVO

Las empresas del sector de la construcción definen procesos para la ejecución de las diferentes actividades que se desarrollan en su diario quehacer, en muchos casos estos procesos se crean de manera natural sin estructura alguna condicionados por la influencia de la dinámica organizacional mientras que, en otros casos, la estructuración metodológica surge de la aplicación de estándares nacionales o internacionales que favorecen el desempeño de cada una de las áreas.

Figura 11. Interoperabilidad BIM



Fuente: MARROQUÍN, Jaime. Nube de puntos: herramienta en BIM. En: Precisión. [Sitio Web]. Sec. Blog. (s.f.) [Consultado 8, noviembre, 2019]. Disponible en: <https://cutt.ly/VyQ81JK>

Nota: Elaboración propia con base a la fuente. Traducido por el autor.

El Building Information Modeling se desarrolla bajo una metodología de trabajo colaborativo el cual, tal y como lo define González⁵⁶, es un sistema complejo que se conforma por la consolidación de un único modelo compuesto de sub-modelos que a la vez se trabajan como proyectos independientes; sin embargo, debido al vínculo

⁵⁶ GONZÁLEZ PÉREZ, Carlos. Building Information Modeling: metodología, aplicaciones y ventajas. Casos prácticos en gestión de proyectos. [Repositorio Digital]. Trabajo de grado. Magíster en edificación con especialidad de gestión. Universidad Politécnica de Valencia. Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación. Valencia. ES. 2015. p. 14 [Consultado 13, abril, 2020]. Archivo en PDF. Disponible en: <https://riunet.upv.es/handle/10251/56357>

que existe respecto al modelo central, esos sub-modelos tienen una relación directa afectando o favoreciendo la integridad del proyecto.

El objetivo del flujo de trabajo es permitir que cada uno de los actores involucrados desarrollen componentes específicos del proyecto sin modificar la producción de los demás, garantizando el acceso constante a la información y facilitando la toma de decisiones en periodos de tiempo mucho menores.

Para lo anterior, es necesario realizar una estructura de desglose del trabajo que permita el direccionamiento de los esfuerzos de los sub-proyectos con miras a cumplir las expectativas bien sea de la organización o del proyecto, incluyendo la totalidad de las actividades a realizar o modificando las que sean requeridas acorde con el nivel de responsabilidad de cada uno de los participantes para alcanzar los objetivos inicialmente propuestos mediante métodos de control y seguimiento.

Adicionalmente, para lograr la efectividad del método de trabajo colaborativo, existen roles asociados tal y como se evidencio previamente, los cuales son asignados desde la etapa inicial del proyecto y en consecuencia con su nivel de responsabilidad, identifican las herramientas requeridas más adecuadas para la para el desarrollo del proyecto según las expectativas y el objetivo de la organización o del proyecto.

2.6.1 Entorno común de datos. De manera análoga, gestionar eficientemente el trabajo colaborativo requiere de una serie de recursos asociados tal y como se presentó previamente lo referente a los roles.

En consecuencia, existe una herramienta planteada desde Building Information Modeling denominada Common Data Environment (CDE) o Entorno Común de Datos, que acorde con lo enunciado por Seys⁵⁷ implica manejar organizadamente la información dentro un espacio determinado (nube) que como herramienta de la metodología, permite un único almacenamiento y fuente de consulta para las partes interesadas del proyecto.

Es así como, el entorno común de datos permite coordinar de manera integrada los flujos de trabajo a partir de la gestión de la información, realizar el intercambio de archivos con base a los formatos definidos para el proyecto, organizar, almacenar y compartir la información según los protocolos de nombramiento establecidos, consultar documentación general del proyecto de acuerdo con los niveles de acceso asignados coherentemente con los roles y controlar el versionamiento de los entregables.

⁵⁷ SEYS. Infografía: Common Data Environment (CDE) y la gestión colaborativa de documentos de un proyecto BIM. [Sitio Web]. Madrid. ES. Sec. Seysnews. 12, marzo, 2019. [Consultado: 01 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://cutt.ly/JyQ4tq7>

Desde otra perspectiva, Morales⁵⁸ lo define como un espacio virtual estructurado y transitable desde internet que permite la gestión de un modelo tridimensional y de la información asociada a este, en la cual es posible evidenciar el progreso del proyecto, los roles participantes y sus dinámicas para el cumplimiento de los objetivos del proyecto. Al definirse como un entorno único, este sistema debe favorecer la interoperabilidad de softwares y plataformas para garantizar el trabajo colorativo.

En resumen, el CDE permite tener acceso a la totalidad de la información gráfica y no gráfica del proyecto dentro de un único contenedor con la posibilidad de controlar la trazabilidad de los procesos y reduciendo así, la pérdida de la información a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

2.7 DOCUMENTOS IMPLÍCITOS EN LA METODOLOGÍA

2.7.1 Pipeline. Es el primer documento que se debe desarrollar previo a la ejecución de un proyecto bajo la metodología Building Information Modeling.

Análogamente a un acta de inicio, este documento busca estructurar el proyecto dentro de un ambiente digital, a partir de la visión estratégica de los interesados para así, establecer objetivos claros y alineados con las expectativas de los mismos. Para desarrollarlo, es necesario contar con toda la información relacionada con el proyecto en aspectos referentes tanto normativos como gráficos a fin de visualizar el panorama general del proyecto.

Dentro de las variables a considerar en la consolidación de este documento, se debe añadir lo relativo a los factores tiempo y costo; es así como, se hace necesario contar con un presupuesto estimado de alto nivel y con un cronograma en el cual se defina de manera general una fecha de inicio y de final para el proyecto.

El resultado de esta recopilación de información permitirá generar estrategias para abordar el desarrollo del proyecto con la claridad del enfoque que permitirá cumplir los objetivos definidos en la etapa inicial del mismo. Así mismo, este documento será el punto de partida para la identificación de los usos BIM que estarán implícitos en la ejecución del proyecto a fin de tener una visión global del mismo y favoreciendo la adecuada planeación.

⁵⁸ MORALES TOSAR, Fernando. Qué es un entorno común colaborativo BIM (Common Data Environment). En: LinkedIn. [Sitio Web]. Barcelona. ES. Sec. Pulse. 19, marzo, 2017. [Consultado: 28, marzo, 2020]. Disponible en: <https://cutt.ly/nyQ4agb>

2.7.2 Plan de ejecución BIM. Acorde con lo descrito por Esarte⁵⁹, el plan de ejecución BIM es un documento en el cual se refleja la estrategia, los parámetros, los procesos y los recursos humanos y tecnológicos aplicables para el desarrollo de un proyecto bajo la metodología Building Information Modeling.

En este documento se definen la totalidad de los aspectos que permitirán garantizar el cumplimiento de los requisitos del proyecto a través de las etapas asociadas y en concordancia, los usos BIM que dictarán las habilidades necesarias dentro del equipo de trabajo, por tanto, para la elaboración se requiere la participación de los interesados del proyecto.

Igualmente, debido que en este proceso se fijan las determinantes que permitirán el desarrollo cabal del proyecto de manera eficiente, se realizará la asignación de los roles y responsabilidades, así como los requisitos tecnológicos necesario para la ejecución del mismo. Tal como lo enuncia Zigurat Global Institute Of Technology, "un plan de ejecución BIM correctamente implementado aumentará, sin duda, las posibilidades de que un proyecto sea desarrollado con éxito a tiempo y cumpliendo el presupuesto"⁶⁰.

Para finalizar, debido a que este documento constituye parte fundamente de la delimitación del proyecto, es necesario que una vez consolidado, el documento sea publicado y comunicado a la totalidad de los participantes e interesados.

2.8 BENEFICIOS EN LA GESTIÓN DE PROYECTOS INMOBILIARIOS

Una vez revisadas la totalidad de las características implícitas en la metodología Building Information Modeling, a continuación, se describirán algunos de los beneficios asociados al ciclo de vida de los proyectos inmobiliarios partiendo de lo planteado por Duarte y Pinilla⁶¹ en el trabajo de grado denominado Razón de Costo-Efectividad de la Implementación de la Metodología BIM y la Metodología

⁵⁹ ESARTE ESEVERRI, Ander. Plan de ejecución bim: guía de elaboración. En: Espacio BIM. [Sitio Web] Navarra. ES. 12, julio, 2018. [Consultado el 05 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://www.espaciobim.com/plan-ejecucion-bim>

⁶⁰ ZIGURAT GLOBAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY. ¿Qué es un bim execution plan (BEP) y cuándo se utiliza? [Sitio Web]. Barcelona. ES. Sec. Blog. 03, julio, 2018. [Consultado el 05 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://cutt.ly/ByQ4zRb>

⁶¹ DUARTE HINOJOSA, Naisir y PINILLA ARENAS, Jose Joaquín. Razón de costo-efectividad de la implementación de la metodología BIM y la metodología tradicional en la planeación y control de un proyecto de construcción de vivienda en Colombia. [Repositorio Digital]. Trabajo de grado. Magíster en ingeniería civil. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Ingeniería. Departamento de Ingeniería Civil. Bogotá D.C. CO. 2014, p. 23. [Consultado 27, febrero, 2020]. Archivo en PDF. Disponible en: <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/12691>

Tradicional En La Planeación y Control de un Proyecto de Construcción de Vivienda en Colombia.

Para iniciar, una de las mayores ventajas que involucra la adopción de esta metodología, corresponde a la posibilidad de clarificar desde el inicio aspectos fundamentales como los objetivos en términos de tiempo y costo, ya que una vez aclaradas esas variables determinantes se podrán contrastar las expectativas de los interesados y establecer los criterios de éxito, evaluar los riesgos y asignar las responsabilidades del equipo de trabajo como punto de partida para el desenvolvimiento del proyecto.

2.8.1 Beneficios transversales al proyecto. Ahora bien, partiendo de lo evidenciado por Duarte y Pinilla⁶², establecer canales de comunicación constituye uno de los aspectos claves en el proceso de implementación de esta metodología ya que garantiza que la información producida a lo largo del ciclo de vida del proyecto sea compartida a los interesados partiendo de flujos de comunicación que se planteen y el nivel jerárquico que determine el acceso acorde con el grado de responsabilidad de cada uno de los miembros de equipo.

Por otra parte, al entender la coherencia que supone la adopción de la metodología BIM, definir protocolos de comunicación y parámetros de cumplimiento para los entregables permite reducir los errores relativos a la lectura de la información ya que sin importar el rango al cual esta vaya dirigida existirán lineamientos claros y uniformes para su entendimiento asegurando una comunicación efectiva.

2.8.2 Beneficios en la etapa de comercialización. Partiendo del elemento esencial de la metodología Building Information Modeling, el modelo, es posible extraer directamente información gráfica de este desde las etapas iniciales del proyecto facilitando la producción de piezas publicitarias y el desempeño de la labor comercial sin que necesariamente esto implique un proceso adicional dentro de la programación del proyecto.

2.8.3 Beneficios en la etapa de planeación de obra. Retomando lo planteado por Duarte y Pinilla⁶³, dentro de los cambios que la metodología supone, se encuentra la mejora en el proceso de coordinación técnica a partir de la integración de los diseños multidisciplinarios del proyecto lo cual permite evidenciar errores en el diseño que al detectarse de manera oportuna generan reducción en problemas referentes a tiempo y dinero.

De esta forma, llevar a cabo de manera eficiente el proceso de coordinación técnica minimiza conflictos que pueden darse directamente en obra aumentando la

⁶² ibíd. p. 19.

⁶³ ibíd. p. 20.

productividad y de esta manera, evitando sobrecostos a causa de problemas fácilmente identificables con la revisión rigurosa del proyecto y la realización de los controles de calidad implícitos en los procesos.

Así mismo, dentro de los beneficios que se obtienen al modelar tridimensionalmente un proyecto, se encuentra la posibilidad de incorporar aspectos determinantes para el éxito del mismo como el proceso constructivo lo que permite visualizar desde etapas tempranas el proceso de planeación. Paralelamente, respecto a las ventajas de la metodología se encuentra el diseño paramétrico, aquel que permite contener información dentro de los elementos creados en el modelo lo que favorece la centralización de la información y facilita la generación de entregables tales como planos, especificaciones, cantidades y presupuestos.

2.8.4 Beneficios en la etapa de construcción. Acorde con lo afirmado por Duarte y Pinilla, "modelar los proyectos permite gestionar y controlar recursos propios de la ejecución de los mismos como formaletas, torre-grúas, maquinaria pesada, andamios etc., asegurando que estos son realmente necesarios para la correcta consecución del proyecto"⁶⁴, es así como al emplear alguno de los usos BIM previamente descritos, realizar procesos de planeación de obra, equipos y logística del proyecto potencializa el desarrollo de la misma recortando tiempos de ejecución.

Por otra parte, al documentar el progreso del proyecto y controlar la gestión de cambios en tiempo real evaluando las alternativas (buenas o malas) que cada decisión conlleva favorece la ejecución de la obra y agiliza los procesos por los vínculos informativos que se generan, sin importar las razones que ocasionan las modificaciones de última hora reduciendo así tiempos asociados a los reprocesos que en un método de trabajo tradicional tardarían considerablemente.

2.8.5 Beneficios en la etapa de entrega y operación. Finalmente, Duarte y Pinilla⁶⁵ expresan que, para la etapa de operación del edificio, la metodología BIM ofrece un cambio significativo ya que proporciona información resultante de la etapa de construcción reflejando la evolución del proyecto hasta convertirse en fiel copia de lo ejecutado.

Es así como se describen parámetros claros de mantenimiento y garantía con información referente a proveedores, especificaciones y fechas de instalación. Adicionalmente, se entrega información precisa de los diferentes sistemas del edificio minimizando los errores que podrían generarse al ejecutar una post-venta o realizar una reparación locativa favoreciendo la administración del inmueble.

⁶⁴ Ibíd. p. 24.

⁶⁵ Ibíd. p. 24.

Para sintetizar la totalidad de los aspectos previamente identificados inherentes a los beneficios implícitos en la adopción de la Building Information Modeling que responden de manera directa a los problemas asociados con la gestión de los proyectos inmobiliarios presentados en la primera parte del documento, a continuación, se presenta un cuadro de resumen que refleja las ventajas de la metodología a lo largo del ciclo de la vida de los proyectos.

Cuadro 4. Beneficios y componentes BIM aplicables

	PROBLEMAS	BENEFICIOS	COMPONENTES BIM
transversales	interpretación errónea de la información	protocolos de intercambio y manejo de información	flujo de trabajo colaborativo
	errores en almacenamiento de la información	flujos de trabajo y canales de comunicación	entorno común de datos
	fallas en la asignación de responsabilidades	roles con asignación de responsabilidades	roles y habilidades bim
legalización	diferencias entre las expectativas y el alcance	acta de inicio con definición de alcance, tiempo y costos	pipeline (acta de inicio)
	errores en el desarrollo del contrato vs. etapas	plan de ejecución con nivel de desarrollo por etapa	nivele de desarrollo
planeación de obra	omisión del proceso de coordinación técnica	flujo de trabajo que incluye coordinación técnica	aplicación de usos bim
	inadecuada coordinación técnica	control de calidad mandatorio en del proceso	flujo de trabajo colaborativo
	mal manejo de la gestión de cambios	gestión de cambios controlada	entorno común de datos
construcción	fallas en la gestión de diseños involucrados	opciones validadas directamente en modelo	aplicación de usos bim
	retrasos en la ejecución de obra	usos BIM aplicables a la planeación de obra	aplicación de usos bim

Cuadro 4. (Continuación)

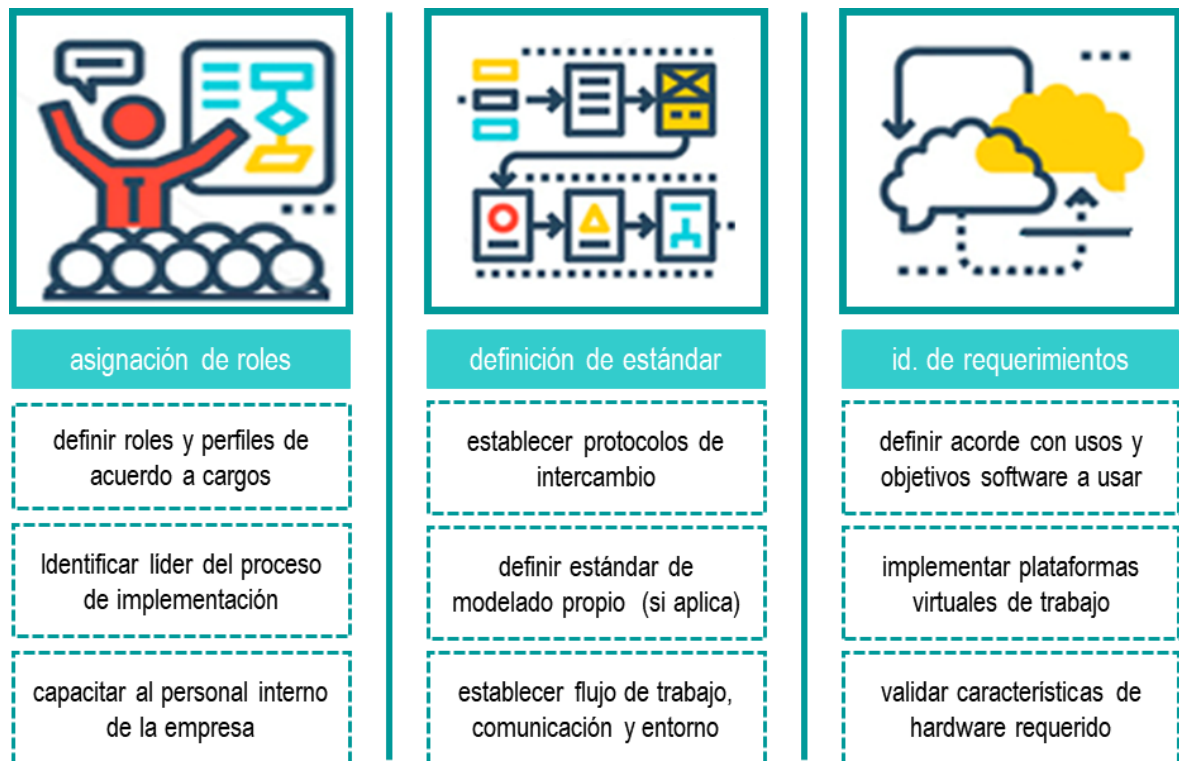
entrega	información insuficiente para atención de garantías	información asociada a modelo récord	aplicación de usos bim
	falta de información para la ejecución de post-venta	modelo récord con especificaciones integradas	entorno común de datos
	PROBLEMAS	BENEFICIOS	COMPONENTES BIM

3. BIM EN LA GESTIÓN DE PROYECTOS INMOBILIARIOS

3.1 IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA A NIVEL ORGANIZACIONAL

Entendiendo la metodología Building Information Modeling y los componentes asociados a esta, a continuación, se describirán los componentes que a nivel organizacional deben ser tenidos en cuenta en el proceso de implementación desde el ámbito organizacional los cuales deben ser adoptados secuencialmente.

Figura 12. Implementación BIM en la organización



I. Asignación de roles. Partiendo de las características propias de cada una de las empresas, es necesario identificar los perfiles y cargos dentro de la estructura organizacional que serán directamente asociados al proceso de implementación BIM. Para iniciar, es importante comprender que los roles BIM no necesariamente implican un cargo nuevo dentro de la organización, ya que personas al interior de la está bien sea por su cargo, nivel jerárquico o funciones asignadas, pueden ser capacitadas para asumir las responsabilidades asociadas al rol específico.

Consecuentemente con lo anterior, para lograr de manera efectiva el proceso de implementación es necesario identificar los líderes de los procesos asociados a la metodología BIM que de manera directa tendrán obligaciones asociadas al control.

Debido a las diversas formas de funcionamiento de las empresas en el sector de construcción colombiano, estos líderes pueden definirse tanto al interior como al exterior de la organización, estos últimos, convirtiéndose en puntos focales de los canales de comunicación que se establezcan y permitiendo establecer la continuidad de los procesos.

II. Definición y adopción de estándar BIM empresarial. Partiendo de los estándares BIM existentes y en concordancia con lo dispuesto por BIM Forum Colombia, cada empresa debe generar y adoptar estándares propios sin que esto signifique desarrollar documentos completamente desde cero.

Para esto, es necesario entender el alcance de la metodología en el ámbito organizacional y los objetivos que se desean alcanzar al implementar la metodología Building Information Modeling como mecanismo de gestión. Es así como basado en tres aspectos fundamentales que se describen a continuación, se debe consolidar un documento corporativo que sea desarrollado, revisado y publicado con la totalidad de los involucrados, adoptándolo como herramienta esencial en el desarrollo de los proyectos inmobiliarios.

- **Protocolo de intercambio:** se deben definir tanto los formatos de intercambio como el protocolo de entrega en cada etapa del proyecto. Así mismo, se deben establecer los aspectos inherentes a la nomenclatura tanto de los proyectos como los archivos que se producirán en cada una de las etapas que lo componen y finalmente, las determinantes para el manejo del versionamiento de los archivos como ítem de control.
- **Protocolos de comunicación:** identificados los líderes de los procesos se hace necesario contar con canales de comunicación claros que establezcan los procesos necesarios de revisión y validación de la información gráfica y no gráfica, el manejo de la gestión de cambios para la toma de decisiones. En concordancia se debe elegir el entorno común de datos, los niveles de acceso y los controles de calidad relativos a cada proceso.
- **Estándar de modelación:** si bien esta variable no aplica para la totalidad de las empresas, para aquellas que sí, se hace imprescindible documentar los parámetros que permitirán la correcta ejecución de modelos, desde el proceso de creación, los niveles de desarrollo según la etapa del proyecto y las características con las que estos deben contar sin importar el tipo de proyecto a modelar.

III. Requerimientos de software. Al reconocer el alcance deseado con la implementación de la metodología BIM y las características propias de cada organización, se hará necesario establecer el tipo de herramienta tecnología a integrar y las plataformas de trabajo colaborativo que se implementaran para el adecuado desarrollo de los proyectos.

De esta forma, al tener claridad sobre los alcances específicos organizacionales en relación con los proyectos, será posible establecer los diferentes modelos de contratación para la ejecución de proyectos.

Un ejemplo típico del mercado es el caso donde la empresa que se dedica a la gerencia integral de proyectos y el desarrollo de los diseños técnicos involucrados en los mismos son subcontratados a terceros; es ahí, donde la organización se debe enfocar en la adquisición de software para coordinación y visualización de archivos, siempre teniendo presente la plataforma y formatos de trabajo definidos dentro del plan de ejecución BIM. Para este caso particular se debe usar software como MS Project, en una etapa temprana de implementación BIM o herramientas como Autodesk Naviswork Manage o Synchro de Bentley, estos últimos de un nivel avanzado de implementación, ya que permiten desarrollar procesos de coordinación, planeación y seguimiento de ejecución (4D-5D) que permiten llevar el control durante las diferentes etapas del ciclo de vida del proyecto.

Por otra parte, en el caso donde el core de negocio sea la elaboración de diseños, software como los mencionados anteriormente serían sinónimo de sobre costos para la empresa ya que no serían realmente productivos para su labor diaria. En este caso se debe enfocar la adquisición de software para autoría de modelado como Autodesk Revit, Archicad, u AllPlan, herramientas que además de ser muy eficientes a la hora de plasmar los diseños y el desarrollo planimétrico, cuentan con herramientas que permiten realizar la coordinación primaria requerida para la correcta ejecución de proyectos.

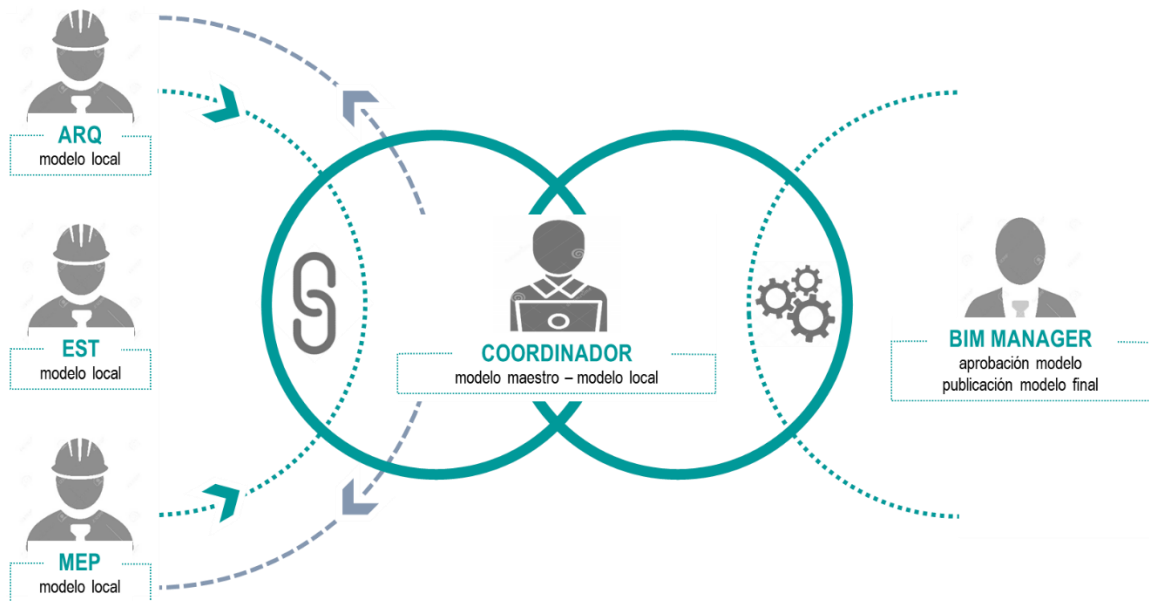
3.2 INTEGRACIÓN CON EL CICLO DE VIDA DE LOS PROYECTOS

I. Flujo de trabajo colaborativo. Con el fin consolidar e integrar los puntos precedentes, uno de los aspectos más importantes a desarrollar es el flujo de trabajo colaborativo a emplear a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

Es así como basado en el funcionamiento tradicional de la empresa y aplicando la metodología descrita en el capítulo dos del presente documento se establecerá el proceso integral a cumplir, los puntos de control, las interacciones de los participantes y el camino a seguir para surtir cada paso.

Así, con el fin de tener claridad en estos procesos propios del proyecto se debe realizar un mapeo de las dinámicas que se verán afectadas dentro de los flujos actuales de información de un proyecto típico, lo que permitirá realizar una definición acertada de los roles involucrados en el proceso.

Figura 13. Flujo de trabajo para coordinación técnica de un proyecto



Para ejemplificar uno de los procedimientos que debe ser definido dentro de este componente, a continuación, se describirá la metodología de trabajo para un proceso de coordinación técnica genérica para un proyecto:

- Flujo de trabajo cíclico basado en la segregación de modelos por disciplina, los cuales se convierten en la base para la actualización del modelo maestro. Este último será el modelo donde se realice la integración total mediante links de las diferentes disciplinas involucradas en el proyecto.
- El coordinador BIM será el responsable de generar los modelos caché de los archivos de modelo publicados para la integración en un modelo de coordinación el cual debe permitir dentro de su conformación la generación de informes de interferencias de las diferentes disciplinas. Estos informes deben ser publicados y enviados a los especialistas quienes deberán realizar la revisión de los mismos y hacer los ajustes necesarios según el informe.
- Una vez surtido el proceso, será el coordinador BIM el encargado de informar al BIM manager que el proceso ha sido superado con satisfacción, siendo este último quien de la revisión final y el aval definitivo del modelo. Una vez el BIM

manager genere la aprobación se procederá a publicar el modelo final y a notificar a los interesados la culminación del proceso.

Así mismo, integrando el componente humano descrito en la segunda parte de este documento, se presenta un diagrama de responsabilidades implícito dentro del proceso de coordinación asociados a los roles de un proyecto que establece el flujo de comunicación.

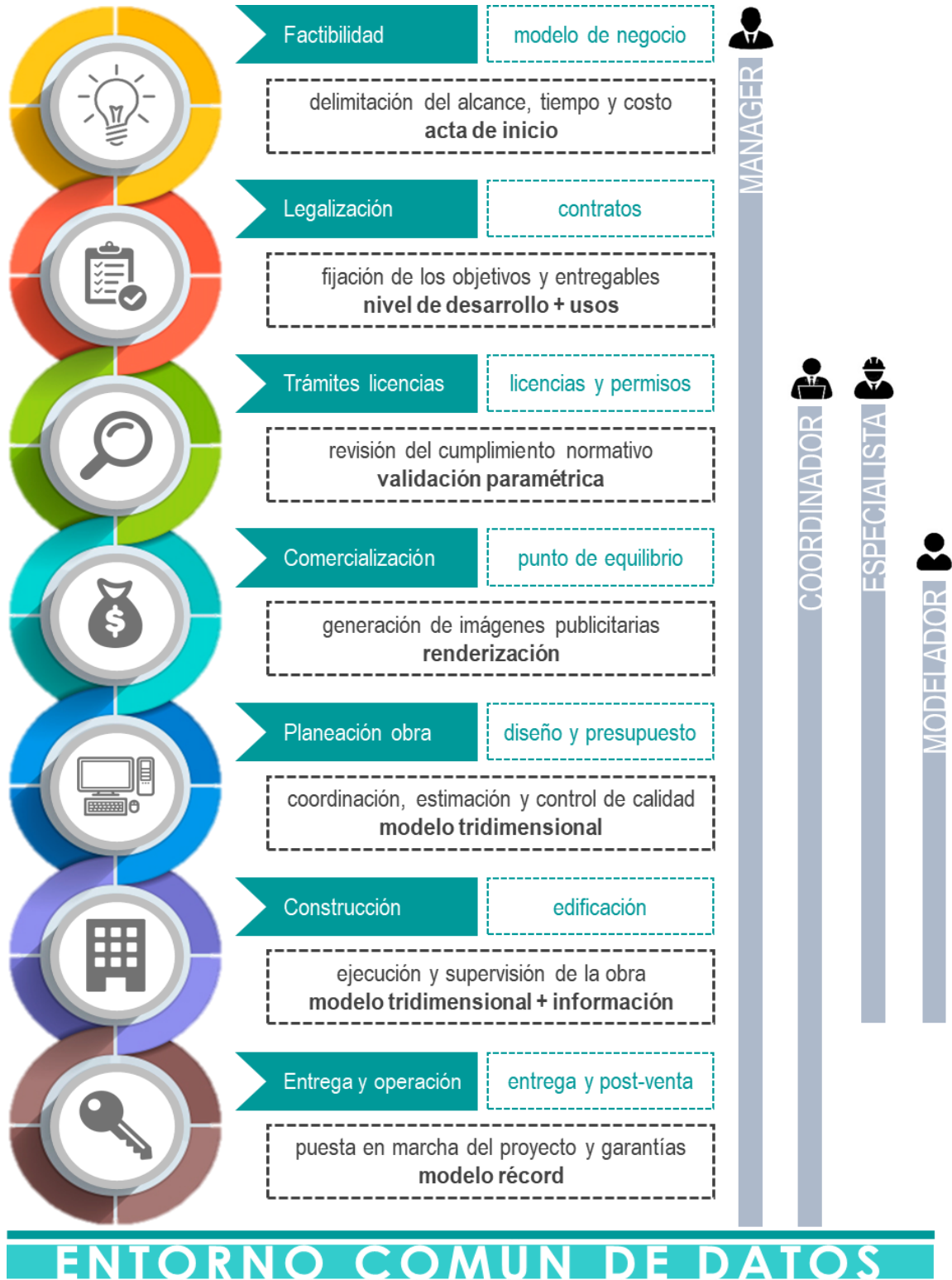
- **Especialista BIM:** generación del modelo de la especialidad. Realizar el cruce con las demás especialidades. Cumplir los estándares de modelado descritos dentro del documento. (1 filtro de calidad).
- **Coordinador BIM:** actualización del modelo maestro con los archivos de las diferentes especialidades. Crear los archivos caché por especialidad para trabajo en el modelo de coordinación. Realizar los informes de interferencias entre especialidades. (2 filtro de calidad).
- **BIM manager:** realización el control de calidad establecido en el BEP. Verificación del cumplimiento del cronograma. Asegurar el cumplimiento de los objetivos del proyecto. (3 filtro de calidad)

II. Definición de documentos asociados. Como uno de los aspectos más importantes de la metodología es lo competente a la documentación y el registro de evidencias del proceso, a nivel corporativo se deben establecer los documentos implícitos dentro del proceso que adoptados como formatos de control de calidad serán el punto de entrada o salida de cada una de las etapas del ciclo de vida del proceso.

Es así como partiendo de lo básico se deberá generar un formato de acta de inicio (Anexo A) o pipeline, seguidamente de un formato de plan de ejecución BIM (Anexo B) y formatos de control de calidad (Anexo C) paralelos al proceso.

Para concluir, a continuación, se presenta la integración de los componentes generales de la metodología en cada una de las etapas de la gestión de un proyecto inmobiliario, evidenciando los entregables implícitos, la aplicación de las herramientas constitutivas de la metodología Building Information Modeling y la integración de los roles asociados a esta, así como su desempeño a lo largo del ciclo de vida. Todo esto bajo la premisa de un trabajo colaborativo en un entono común de datos.

Figura 14. Integración BIM a la gestión de proyectos inmobiliarios



4. CONCLUSIONES

1. Los proyectos inmobiliarios se desarrollan a lo largo de siete etapas y contrario a lo que se evidencia comúnmente, las tres etapas iniciales son fundamentales para la consolidación aspectos económicos, legales y financieros los cuales, son determinantes para el desarrollo exitoso del mismo dado el carácter estructurante que tienen.
2. La gestión de proyectos inmobiliarios presenta problemas asociados en su mayoría a temas administrativos y procedimentales que son manejados sin la relevancia que merecen y obviados dentro de la etapa de planeación del proyecto ocasionando re-procesos en la ejecución de la obra y que como consecuencia generan retrasos y sobrecostos.
3. La metodología Building Information Modeling tiene implícitos componentes técnicos, documentales y humanos que promueven la transformación organizacional y favorecen el desarrollo de los proyectos inmobiliarios con herramientas tanto tecnológicas como metodológicas que permiten estructurar integralmente un proyecto desde etapas tempranas.
4. La implementación de la metodología Building Information Modeling como mecanismo de gestión de proyectos inmobiliarios tiene como resultado que los mismos sean desarrollados de manera eficiente y eficaz debido a la estructura de planeación y previsión que supone limitando los re-procesos y la pérdida de información a lo largo del ciclo de vida del proyecto.
5. La metodología Building Information Modeling en si misma trasciende el uso de herramientas tecnológicas ya que su estructura y funciones asociadas propenden por una revisión y control constante que permite adoptarlo de manera análoga como mecanismo de gestión de calidad.

6. RECOMENDACIONES

- Al identificar las características de la metodología Building Information Modeling, se sugiere analizar el contexto particular de una empresa y basado en los componentes, técnicos, humanos y documentales, aplicar el proceso de implementación en el desarrollo de un proyecto real desde su etapa inicial determinando así aspectos de mejora dentro del proceso.
- Partiendo de la pertinencia que supone la adopción de la metodología Building Information Modeling como mecanismo de gestión de proyectos, se recomienda y realizar un análisis comparativo con otras metodologías de gestión existentes y registrar las debilidades y fortalezas como aporte a la consolidación de la misma dentro del sector de la construcción.
- Basado en los elementos de gestión de calidad implícitos dentro de la metodología Building Information Modeling, se sugiere desarrollar los formatos de control de calidad aplicables al largo del ciclo de vida del proyecto inmobiliario que podrían ser incluidos simultáneamente dentro del sistema de gestión de calidad del organizacional.
- Como uno de los componentes fundamentales de la metodología Building Information Modeling, se recomienda ampliar el estudio inherente al flujo de trabajo colaborativo generando propuestas que puedan ser aplicables a los diversos tipos de empresas o asociaciones comunes en el sector de la construcción para el desarrollo de proyectos inmobiliarios.

BIBLIOGRAFÍA

AGUSTÍ BRUGAROLAS, Santiago. Implementación de metodología BIM en el project management. [Repositorio Digital]. Trabajo de grado. Ingeniería civil. Escola Tecina Superior d'Enginyeria de Camins. Departamento de Construcción. Barcelona. ES. 2016. p.115. [Consultado 15, julio, 2019]. Archivo en PDF. Disponible en: <http://hdl.handle.net/2117/103199>

AUTODESK. Comienza a usar BIM para el diseño de edificios. [Sitio Web]. EU: Autodesk Inc. 2019, p. 14. [Consultado 07, agosto, 2019]. Archivo en PDF. Disponible en: <https://latinoamerica.autodesk.com/campaigns/get-to-bim-discovery/get-started-guide-building-ty>

AZHAR, Salman y MALIK, Salman. Building information modeling (BIM): now and beyond. En: Australasian Journal of Construction Economics and Building [Repositorio Digital]. AU. Diciembre. Vol. 12. Nro. 4. 2012, p. 15-28. DOI: 10.5130/ajceb.v12i4.3032. [Consultado 10, julio, 2019]. Archivo en PDF. Disponible en: <https://cutt.ly/9yQ97VO>

BANCHERO ZAVALA, Rodolfo. Etapas de un proyecto inmobiliario. En: Rodolfo Banhero [Sitio Web]. Lima. PE. Sec. Blog. 2, abril, 2019. [Consultado 17, febrero, 2020]. Disponible en: <http://www.rodolfobanhero.com/etapas-de-un-proyecto-inmobiliario/>

BELTRÁN ROMERO, Germán Fernando. Proyectos de emprendimiento. Quito. ECU: Editorial Universitaria Abya-Yala. 2011, p. 121. ISBN 978-9978-10-092-9.

BIM FORUM COLOMBIA. BIM kit: guías para la adopción BIM en las organizaciones. [Sitio Web]. Bogotá D.C. CO. Sec. Productividad. (s.f.) p. 8. [Consultado 25, marzo, 2020]. Archivo en PDF. Disponible en: <https://camacol.co/documentos-bim-forum-colombia>

BIM FORUM COLOMBIA. BIM kit: guías para la adopción BIM en las organizaciones – roles y perfiles-. [Sitio Web]. Bogotá D.C. CO. Sec. Productividad. (s.f.) p. 7. [Consultado 5, marzo, 2020]. Archivo en PDF. Disponible en: <https://camacol.co/documentos-bim-forum-colombia>

CÁMARA COLOMBIANA DE LA CONSTRUCCIÓN -CAMACOL-. BIM fórum Colombia: articulación LATAM. [Sitio Web]. Bogotá D.C. CO. Sec. Productividad. (s.f.) [Consultado 22, septiembre, 2019]. Disponible en: <https://camacol.co/BIMforum>

CARBAJAL, Gloria. 8 etapas por las que debe pasar un desarrollo inmobiliario según Expansive. En: Expansive. [Sitio Web]. Ciudad de México. MX. Sec. Artículos.

16, mayo, 2018. [Consultado 17, febrero, 2020]. Disponible en: <https://cutt.ly/GyQ0h9Q>

CARRIÓN ROSENDE, Iñigo y BERASATEGI VITORIA, Iosune. Guía para la elaboración de proyectos. Vasco: Tresdetres. 2010, p. 65.

CORFERIAS. Conozca dónde se está implementando BIM en el mundo. [Sitio Web]. Bogotá D.C. CO. Sec. Expoconstrucción & Expodiseño. 16, mayo, 2019. [Consultado 14, septiembre, 2019]. Disponible en: <https://cutt.ly/7yQ2667>

DELGADO PALACIOS, Pablo Marcelo. Inteligencia de negocios para empresas de construcción y la gestión de proyectos con enfoque en las mejores prácticas. [Repositorio Digital]. Tesis de grado. Magíster en administración de empresas. Universidad del Azuay. Cuenca. ECU. 2014, p. 198. [Consultado 25, febrero, 2020]. Archivo en PDF. Disponible en: <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/3739>

DUARTE HINOJOSA, Naisir y PINILLA ARENAS, Jose Joaquín. Razón de costo-efectividad de la implementación de la metodología BIM y la metodología tradicional en la planeación y control de un proyecto de construcción de vivienda en Colombia. [Repositorio Digital]. Trabajo de grado. Magíster en ingeniería civil. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Ingeniería. Departamento de Ingeniería Civil. Bogotá D.C. CO. 2014, p. 71. [Consultado 27, febrero, 2020]. Archivo en PDF. Disponible en: <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/12691>

ESARTE ESEVERRI, Ander. Plan de ejecución bim: guía de elaboración. En: Espacio BIM. [Sitio Web] Navarra. ES. 12, julio, 2018. [Consultado el 05 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://www.espaciobim.com/plan-ejecucion-bim>

EUMED.NET. La gestión en las organizaciones: aproximación al concepto de gestión. [Sitio Web]. Sec. Biblioteca virtual de derecho, economía y ciencias sociales. (s.f.) [Consultado 11, enero, 2020]. Disponible en: <https://cutt.ly/TyQBql7>

FLÓREZ, Gabriel. El 40 por ciento de las construcciones del país usa tecnología BIM. En: El tiempo.com. [Sitio Web]. Bogotá D.C. CO. Sec. Arquitectura y Construcción. 24, agosto, 2018. [Consultado 3, julio, 2019]. Disponible en: <https://cutt.ly/uyQ2BCM>

GONZÁLEZ PÉREZ, Carlos. Building Information Modeling: metodología, aplicaciones y ventajas. Casos prácticos en gestión de proyectos. [Repositorio Digital]. Trabajo de grado. Magíster en edificación con especialidad de gestión. Universidad Politécnica de Valencia. Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación. Valencia. ES. 2015. p. 96 [Consultado 13, abril, 2020]. Archivo en PDF. Disponible en: <https://riunet.upv.es/handle/10251/56357>

MARTÍNEZ, Patricia; GONZÁLEZ, Vicente y DA FONSECA Eduardo. Integración conceptual Green-Lean en el diseño, planificación y construcción de proyectos. En: Revista Ingeniería de Construcción. [Repositorio Digital]. Universidad de Valparaíso. Valparaíso. CL. Abril. Vol. 24. Nro. 1. 2009, p. 8. ISSN 0718-5073. [Consultado 03, marzo, 2020]. Archivo en PDF. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ric/v24n1/art01.pdf>

MOJICA ARBOLEDA, Alfonso y VALENCIA RIVERA, Diego Fernando. Implementación de las metodologías BIM como herramienta para la planificación y control del proceso constructivo de una edificación en Bogotá. [Repositorio Digital]. Trabajo de grado. Ingeniero civil. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Ingeniería. Departamento de Ingeniería Civil. Bogotá D.C. CO. 2012. p. 98. [Consultado 14, septiembre, 2019]. Archivo en PDF. Disponible en: <https://cutt.ly/ByQ2AqS>

MOLINARE, Alexandra. ¿Qué es el diseño paramétrico? En: ArchDaily. [Sitio Web]. Bogotá D.C. CO. Sec. Artículos. 09, noviembre, 2011. [Consultado 10, mayo, 2020]. Disponible en: <https://cutt.ly/tyQN5HD>

MONFORT PITARCH, Carla. Impacto del BIM en la gestión del proyecto y la obra de arquitectura: un proyecto con Revit. [Repositorio Digital]. Universidad Politécnica de Valencia. Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Valencia. ES. 2014-2015. p. 97. [Consultado 10, marzo, 2020]. Archivo en PDF. Disponible en: <https://cutt.ly/gyQ3cHS>

MORALES TOSAR, Fernando. Qué es un entorno común colaborativo BIM (Common Data Environment). En: LinkedIn. [Sitio Web]. Barcelona. ES. Sec. Pulse. 19, marzo, 2017. [Consultado: 28, marzo, 2020]. Disponible en: <https://cutt.ly/nyQ4agb>

NASKA DIGITAL. Bim Technology: project phases - expert modeling. [Diapositivas]. Bogotá D.C. CO. 2019.

OUSSOUBOURE, Guere y DELGADO VICTORE, Roberto. La asignación de recursos en la gestión de proyectos orientada a la metodología BIM. En: Revista de Arquitectura e Ingeniería. [Repositorio Digital]. ES. Vol. 11. Nro. 1. 2017, p. 11. [Consultado 13, julio, 2019]. Archivo en PDF. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6450734>

OYA SALA, Tania. Impacto del BIM en la gestión del proyecto y la obra de arquitectura: un proyecto con Revit. [Repositorio Digital]. Universidad Politécnica de Valencia. Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Valencia. ES. 2014-2015, p. 54. [Consultado 10, mayo, 2020]. Archivo en PDF. Disponible en: <https://riunet.upv.es/handle/10251/55227#>

PENNSYLVANIA COLLEGE OF ENGINEERING. BIM uses by project phase. [Sitio Web]. Pensilvania. EU. Sec. BIM uses. (s.f) [Consultado 12, febrero, 2020]. Disponible en: https://www.bim.psu.edu/bim_uses/

PEÑA. Aarón. Definiciones de gerencia y gestión según autores. En: Scribd [Sitio Web]. Sec. Documentos. 11, octubre, 2017. [Consultado, 11, enero, 2020]. Disponible en: <https://cutt.ly/5yQMjEG>

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. Construction extension to the PMBOK. 3 ed. Pensilvania. EU: Project Management Institute Inc. 2008, p. 275. ISBN 978-1-93069-952-6

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos: guía del PMBOK. 5 ed. Pensilvania. EU: Project Management Institute Inc. 2013, p. 606. ISBN 978-1-62825-009-1.

SÁNCHEZ ORTEGA, Agustín. LOD o nivel de desarrollo. En: Espacio BIM. [Sitio Web]. Navarra. ES. Sec. Blog. 25, octubre, 2016. [Consultado 13, abril, 2020]. Disponible en: <https://cutt.ly/pyQ3Wlh>

SEYS. Infografía: Common Data Environment (CDE) y la gestión colaborativa de documentos de un proyecto BIM. [Sitio Web]. Madrid. ES. Sec. Seysnews. 12, marzo, 2019. [Consultado: 01 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://cutt.ly/JyQ4tq7>

TERRAZAS PASTOR, Rafael Alfredo. Modelo conceptual para la gestión de proyectos. En: Perspectivas. [Repositorio Digital]. Universidad Católica Boliviana San Pablo. Cochabamba. BO. Julio – diciembre. Nro. 24. 2009, p. 165-188. ISSN: 1994-3733. [Consultado 01, diciembre, 2019]. Archivo en PDF. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=4259/425942160009>

VALERO DEL HIERRO, María Mercedes y BRIONES, Oscar. Modelo de gestión para empresas constructoras inmobiliarias de Guayaquil con enfoque del instituto gestión proyectos. En: AUC revista de arquitectura [Repositorio Digital]. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Guayaquil. ECU. Nro. 35 – 36, 2015, p. 148-161. ISSN No. 1390 – 3284. [Consultado 12, febrero, 2020]. Disponible en: <http://editorial.ucsg.edu.ec/ojs-auc/index.php/auc-ucsg/article/view/19>

VALLEJO JIMÉNEZ, Isabel. Paso a paso de un proyecto inmobiliario. En: El Colombiano. [Sitio Web]. Envigado. CO. Sec. Especiales. 29, abril, 2019. [Consultado 12, febrero, 2020]. Disponible en: <https://cutt.ly/fyQ0i8C>

WALLACE, William. Gestión de proyectos. Edimburgo. UK: Edinburgh Business School Heriot-Watt University. 2002, p. 68.

ZIGURAT GLOBAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY. ¿Qué software BIM debo utilizar?: software para Building Information Modeling. [Sitio Web]. Barcelona. ES. Sec. Arquitectura BIM. 17, julio, 2018. [Consultado 03, marzo, 2020]. Disponible en: <https://cutt.ly/TyQ8b3R>

ANEXOS

ANEXO A.

Formato acta de constitución de proyectos inmobiliarios

[LOGO]	ACTA DE CONSTITUCIÓN DE PROYECTOS INMOBILIARIOS
--------	--

PROYECTO		SIGLAS	
-----------------	--	---------------	--

1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

Promotor del proyecto	
Gerente del proyecto	

2. PARTES INTERESADAS DEL PROYECTO

Nombre del interesado	Cargo	Empresa	Correo

3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

--

4. CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

Área lote		Área primer piso	
Área construida		Área vendible	
Índice ocupación		Índice construcción	
Altura		Sótanos	
Apartamentos		Depósitos	
Parqueaderos residentes		Parqueaderos visitantes	

5. OBJETIVOS DEL PROYECTO	
Alcance	
Tiempo	
Costo	
Calidad	

6. CRONOGRAMA DEL PROYECTO			
Descripción	Fecha de Inicio	Fecha de Fin	Presupuesto
Factibilidad			
Legalización			
Trámites y permisos			
Comercialización			
Planeación de obra			
Construcción			
Entrega			

7. EMPRESAS ASOCIADAS AL PROYECTO			
Nombre de la empresa	Responsable	Correo	Teléfono

8. RECURSOS PRE-ASIGNADOS DEL PROYECTO			
BIM Manager	Coordinador BIM	Especialista BIM	Modelador BIM
[NOMBRE]	[NOMBRE]	[NOMBRE]	[NOMBRE]
[CORREO]	[CORREO]	[CORREO]	[CORREO]

APROBACIÓN ACTA DE INICIO			
[NOMBRE]	[NOMBRE]	[NOMBRE]	[DD/MM/AA]
Elaboró	Revisó	Aprobó	Fecha de Publicación

ANEXO B.

Estructura del plan de ejecución BIM

[LOGO]	PLAN DE EJECUCIÓN BIM		
PROYECTO		FECHA	
INFORMACIÓN DEL PROYECTO			
	Datos generales del proyecto		
	Etapas del proyecto		
	Contexto del proyecto		
INTEGRANTES DEL PROYECTO			
	Datos de contacto de los responsables		
	Roles asignados al proyectos		
OBJETIVOS DEL PROYECTO			
USOS BIM			
	Competencias requeridas		
	Tecnología asociada		
ESTRUCTURA Y MANEJO DE INFORMACIÓN			
	Estructura de carpetas		
	Acceso y permisos		
	Segregación del modelo		
	Estructura del modelo		
	Nomenclatura de la información del proyecto		
	Estándares aplicables		
TRABAJO COLABORATIVO			

	Descripción general
	Estrategia de colaboración
	Flujo de trabajo
	Flujos de comunicación
	Planeación de reuniones

ENTREGABLES	
	Programación de entregables
	Listado de entregables

CONTROL DE CALIDAD	
	Protocolo de control
	Responsables del control
	Formatos de control

RESPONSABILIDADES DE ELEMENTOS MODELADOS	
	Nivel de desarrollo por etapas del proyecto

APROBACIÓN ACTA DE INICIO			
[NOMBRE]	[NOMBRE]	[NOMBRE]	[DD/MM/AA]
Elaboró	Revisó	Aprobó	Fecha de Publicación

ANEXO C.

Formato de control de calidad del modelo

[LOGO]	FORMATO DE CONTROL DE CALIDAD
--------	--------------------------------------

PROYECTO		FECHA	
-----------------	--	--------------	--

DESCRIPCIÓN	SI	NO	OBSERVACIONES
LOCALIZACIÓN			
La coordenada del punto base es correspondiente			
Los ejes y niveles corresponden al archivo del modelo			
Los elementos del modelo cumplen con el LOD indicado			
No tiene elementos duplicados y/o sobrepuestos			

DATOS			
La estructura de carpetas del proyecto cumple con el estándar.			
Los parámetros compartidos cumplen con el estándar			
La plantilla standard del proyecto es usada.			
Los nombres cumplen con los establecido:			
Nombre del modelo			
Familias			
Parámetros			
Vistas			
Filtros			
Materiales			
Las tablas corresponden a la plantilla estándar			
Los tipos de texto corresponden a la plantilla estándar			
Los tipos y grosores de línea corresponden a la plantilla estándar			

Archivo purgado			
-----------------	--	--	--

INTERFERENCIAS			
-----------------------	--	--	--

No hay conflictos con los modelos			
-----------------------------------	--	--	--

APROBACIÓN ACTA DE INICIO	
----------------------------------	--

[NOMBRE]	[DD/MM/AA]
Revisó	Fecha de Publicación