



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN INGENIERÍA

INGENIERIA CIVIL– CONSTRUCCION

**LA IMPORTANCIA DE LA METODOLOGÍA BIM DENTRO DE UN PROCESO EN
LA ETAPA DE PLANEACION DE UN PROYECTO**

**TESIS QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRO EN INGENIERÍA**

PRESENTA:

ING. MENDOZA ARENAS ACHIM ULISES

TUTOR PRINCIPAL

ING. GUILLERMO CASAR MARCOS

FACULTAD DE INGENIERIA

CIUDAD UNIVERSITARIA, CIUDAD DE MÉXICO, MARZO DEL 2021



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

JURADO ASIGNADO

Presidente: M. I. Marco Tulio Mendoza Rosas

Secretario: M. I. Carlos Narcia Morales

1er. Vocal: Ing. Guillermo Casar Marcos

2do. Vocal: M. I. Luis Armando Diaz Infante Chapa

3er. Vocal: M. I. Sergio Macuil Robles

Lugar o lugares donde se realizó la tesis: CIUDAD DE MÉXICO

TUTOR DE TESIS:

ING. CASAR MARCOS GUILLERMO

Agradecimientos

A mi Alma Mater, la Universidad Nacional Autónoma de México por haberme dado la oportunidad de ser parte de su historia desde pequeño y entregarme el conocimiento a manos llenas.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por brindarme la beca para realizar mis estudios de posgrado en la Facultad de Ingeniería.

Al Ing. Guillermo Casar Marcos por todo su apoyo durante el desarrollo de este trabajo de tesis como tutor principal, así como compartir su conocimiento y el tiempo dedicado a este trabajo.

Al M. I. Marco Tulio Mendoza Rosas por la dedicación y el esfuerzo que hace por los alumnos de posgrado, por el apoyo y aprendizaje para mi persona.

Al M. I. Armando Díaz Infante por la manera de impulsar y de compartir su conocimiento con los alumnos del posgrado, por el apoyo, aprendizaje y amistad para mi persona.

A mis compañeros del posgrado y amigos de vida, Salvador Cantú, Juan Anaya, Ismael Ibáñez y Diego Camacho, por la manera de hacer equipo y construir el C4.

A mis familiares y amigos que me han apoyado y motivado en este trabajo directa e indirectamente, Norma González, Juan Pablo Guzmán, Eduardo Nava, Emilio Velasco, Isaí Salas, Alejandro Vázquez.

Dedicatorias

A mi hermosa madre, Fanny Epifania Arenas Martínez, por brindarme todo el apoyo, amor, comprensión y formación para ser lo que soy hoy en día. Siempre seré tu pequeño monstruo.

A mi padre, Arturo Mendoza Rueda por nunca negarme nada en esta vida y por el gran ejemplo de tenacidad, esfuerzo, emprendimiento y superación. Eres el padre que todo hijo quiere tener.

A mis hermanos, Zulma y César por ser un gran ejemplo de motivación y dedicación, por su amor y apoyo que me dieron por ser el menor. Son los mejores hermanos que la vida pudo darme.

A Norma León González que con su apoyo, amor y paciencia he logrado conseguir esta meta. Gracias por motivarme e inspirarme a seguir desarrollándome como profesional y como persona.

A la vida y a Dios por darme la oportunidad de seguir aprendiendo de personas increíbles.

Prefacio

El futuro de la tecnología en los sistemas de modelación de infraestructura es una realidad que tendrá un efecto profundo y duradero en el diseño, la planeación, construcción y la administración de un proyecto; así como en la futura gestión de nuestras edificaciones.

Es evidente que un número importante de PYMES y grandes empresas han estado invirtiendo en el uso de la tecnología de modelado de proyectos arquitectónicos y civiles, motivada por el deseo de mejorar su propia eficiencia. Algunos contratistas también han adoptado la tecnología como una manera de respuesta a la cuarta transformación industrial, creando una resiliencia ante este mundo turbulento, acertando beneficios reales significativos a través de todas las etapas del proceso de construcción.

Realizar la planeación y programación de un proyecto integral de edificación con las nuevas tecnologías de la industria 4.0, será un reto para el cambio de paradigma correspondiente a la metodología tradicional del CAD 2D, asimismo, es importante incluir las buenas prácticas de la Gerencia de Proyecto.

Es necesario tener las habilidades gerenciales, los conocimientos generales y uso de buenas prácticas para que al realizar los cambios y ajustes que se ejecutan en todos los proyectos, se puedan mitigar los costos y el tiempo de conclusión de éstos, empleando las herramientas y beneficios correspondientes a la metodología de sistemas de infraestructura de ingeniería civil. Por lo que la industria 4.0 trajo una nueva visión en la construcción con sistemas de modelaje avanzados a través de la metodología BIM; una tecnología amplia que revolucionará la industria de la construcción, con la cual me enfocaré en el proceso de la planeación, como una herramienta para la gestión de proyectos de construcción y la relación con el Gerente de Proyecto.

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

INDICE

INTRODUCCIÓN	9
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	10
OBJETIVO GENERAL	11
OBJETIVOS PARTICULARES	11
HIPÓTESIS	12
UTILIDAD DE LA TESIS	12
METODOLOGÍA.....	13
JUSTIFICACIÓN	16
ALCANCES	17
1. MARCO TEÓRICO	19
1.1 La Gerencia de Proyecto.....	19
1.1.1 ¿Qué es una Gerencia de Proyecto?	19
1.1.2 ¿Qué es Gerente de Proyecto?	21
1.1.2.1 Herramientas de un Gerente De Proyecto.	23
1.1.3. Gestión de la Planificación	25
1.2 Proyecto BIM.....	27
1.3 Partes de un Proyecto.....	27
1.4 Etapas de un Proyecto	29
1.5 Metodología del sistema Building Information Modeling (BIM).....	33
1.5.1 Proceso del método BIM	36
1.5.2 Herramientas para el uso de BIM	38
1.5.3 Nivel de Desarrollo	41
1.5.4 Interoperabilidad de los modelos	43
1.6 Dimensiones BIM	45
1.6.1 BIM 3D.....	46
1.6.2 BIM 4D.....	47
1.6.3 BIM 5D.....	49
1.6.4 BIM 6D.....	52
1.6.5 BIM 7 D.....	53
1.7 Ventajas de la Metodología BIM	54

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

2	Etapas de un Proyecto en Modelado BIM.....	55
2.1	La Gerencia de Proyecto y el BIM.....	59
2.2	BIM Manager.....	61
2.3	La metodología BIM y el PMBOK.....	65
2.3.1	Planificación en el ciclo de vida del Proyecto PMBOK.....	65
2.4	Metodología de trabajo del BIM	73
3	Proyectos de edificación	78
3.1	Proyecto de ingeniería.	78
3.2	Gestión de recursos.	79
4	Normatividad.....	81
4.1	Norma y Guías	82
4.2	Norma en México	84
5	Integración de la metodología BIM de planeación en una Gerencia de Proyecto	86
5.1	Análisis general del proceso BIM – PMI.....	87
5.2	Usos BIM	88
5.3	Equipos de trabajo	91
5.4	Roles de trabajo	92
5.5	Flujos de trabajo.....	100
5.6	Relación de los procesos	103
6.	Propuesta de la incorporación BIM en un proceso de gestión de proyectos la etapa de planeación	112
6.1	Análisis FODA.....	114
6.2	Líneas estratégicas.....	115
6.3	Plan para un proceso apoyado de metodología BIM en la etapa de planeación.....	120
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	125
	BIBLIOGRAFÍA	127

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

Índice de Figuras

FIGURA 1 FASES DE UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN	19
FIGURA 2 TIEMPO COSTOS Y CALIDAD.....	20
FIGURA 3 PROCESO PRODUCTIVO.....	21
FIGURA 4 INSTRUMENTOS GERENCIALES.....	23
FIGURA 5 HABILIDADES DE UN GERENTE DE PROYECTO	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
FIGURA 6 TÉCNICAS DE UN GERENTE DE PROYECTO	24
FIGURA 7 ETAPAS DE PROYECTO	34
FIGURA 8 CAD VS BIM	36
FIGURA 9 PROCESO DE METODOLOGÍA BIM.....	38
FIGURA 10 HERRAMIENTAS BIM	40
FIGURA 11 HERRAMIENTAS DENTRO DEL PROCESO BIM	41
FIGURA 12 NIVEL DE DESARROLLO	43
FIGURA 13 NIVELES DE DESARROLLO/INFORMACIÓN (LOD)	43
FIGURA 14 INTEROPERABILIDAD BIM	45
FIGURA 15 DIMENSIONES BIM	53
FIGURA 16 ETAPAS DE UN PROYECTO EN MODELADO BIM.....	56
FIGURA 17 ETAPAS BIM VERSIÓN RESUMIDA, BILAL SUCCAR, NOVIEMBRE 2007.....	58
FIGURA 18 INVOLUCRADOS EN PROYECTOS BIM.....	59
FIGURA 19 NIVELES DE UN PROYECTO	61
FIGURA 20 EL BIM MANAGER.....	62
FIGURA 21 ESTRUCTURA DETALLA DE TRABAJO	74
FIGURA 22 ESTÁNDARES DE LA METODOLOGÍA BIM 5D.....	75
FIGURA 23 METODOLOGÍA DE TRABAJO PARA BIM 5D	76
FIGURA 24 CICLO DE VIDA DE UN PROYECTO	81
FIGURA 25 USOS BIM EN LAS ETAPAS DE UN PROYECTO	91
FIGURA 26 NIVELES DE UN PROYECTO BIM	99
FIGURA 27 TRABAJO COLABORATIVO EN UN PROYECTO BIM	100
FIGURA 28 COMPONENTES PRINCIPALES DE BIM 5	101
FIGURA 29 ARQUITECTURA DE TRABAJO EN UN SISTEMA BIM EN LA FASE DE PLANEACIÓN	102
FIGURA 30 FLUJO PROPUESTO CON METODOLOGÍA BIM Y GERENCIA DE PROYECTO	103
FIGURA 31 GRUPO DE PROCESOS DE DIRECCIÓN DE PROYECTOS	106
FIGURA 32 MATRIZ DAFO	114

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

INTRODUCCIÓN

El propósito de la presente investigación es mostrar los beneficios que se obtienen en la aplicación de la metodología del sistema BIM; el conjunto de las prácticas que compete a la Gerencia de Proyectos para una buena planeación y programación, que sirven para los procesos de supervisión, operación y control de un proyecto integral. Al hacer uso de los modelos de información del sistema BIM, se puede adquirir un control en la programación y presupuestación del proyecto de ingeniería civil de que se trate.

Actualmente se puede recurrir a distintos tipos de herramientas tecnológicas, equipos y programas útiles para realizar las actividades necesarias del quehacer (operación) profesional, en la Ingeniería Civil. Esto, combinado con la necesidad de implementar la Gerencia de Proyectos en la industria de la construcción, hace de vital importancia el conocimiento de las nuevas herramientas útiles dentro de la industria tales como la metodología BIM en todas sus dimensiones, asimismo, lograr la optimización del rendimiento del tiempo, de los recursos, del tiempo, del costo, de operación y de mantenimiento en los proyectos de edificación, aprovechando el máximo de las cualidades, actitudes y aptitudes con las que debe de contar un buen gerente de proyectos.

A través de este trabajo, vamos a determinar la importancia que tiene la metodología BIM en el proceso de planeación, así como las habilidades de la gerencia de proyecto que son de suma importancia para la realización de sus funciones profesionales de manera más eficiente; los procesos y metodologías que se presentan en esta investigación han sido identificadas y se recomienda su utilización por el gerente de proyecto para llevar a cabo el desarrollo de obras de ingeniería y afrontar los grandes retos que la industria de la construcción debe implementar para la optimización y éxito de los nuevos proyectos, normas y formas que rigen las leyes que la involucran.

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

La implementación de una filosofía de trabajo con las herramientas que nos facilita la metodología BIM, es un reto que se debe estudiar y enfrentar, para estar actualizados en esta época de globalización, a fin de lograr una mayor competitividad con organizaciones y recursos humanos mejor preparados, no sólo en el ámbito nacional sino de igual manera, internacional.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿En qué ayuda la metodología BIM en la gestión de un proyecto?, ¿En qué beneficia la utilización de herramientas del sistema BIM para la realización de un proyecto integral de edificación?, ¿Por qué son importantes las habilidades gerenciales para el control de proyectos? y ¿Cómo se complementan las herramientas gerenciales con herramientas del sistema BIM para el desarrollo de un proyecto integral de edificación?

El sistema BIM es una metodología estructurada, útil para facilitar el desarrollo de un proyecto, asimismo, suministra las buenas prácticas y herramientas ya que este método coadyuva eficazmente para mayor efectividad desde la etapa de prediseño de cualquier proyecto integral, hasta el beneficio de optimizar los recursos en las etapas de control y mantenimiento.

A todo esto, se suma la importancia del conocimiento sobre las aptitudes y habilidades con las que debe contar un gerente de proyecto para emplearlas en los proyectos y alcanzar un mejor control del desarrollo y efectividad del fin último en cada proceso productivo.

Los beneficios se demostrarán y serán determinados más adelante a través de detallar las ventajas y desventajas que se tiene en la etapa de planeación de un proyecto integrado por una metodología BIM, en conjunto de la figura del Gerente de Proyecto.

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

En este sentido, cabe destacar el enfoque administrativo y de operación que el gerente de proyecto debe asemejar para que, por medio de estas nuevas tecnologías y programas de gran avance, sea capaz de identificar, desarrollar y ejecutar las habilidades, aptitudes y actitudes necesarias para, no sólo manejar la tecnología que el sistema le brinda, sino también mantener el liderazgo profesional frente al personal que se encuentre a su cargo para producir bienes y servicios de calidad.

OBJETIVO GENERAL

El principal objetivo radica en conocer las facilidades de trabajo que se obtienen al manejar la metodología BIM con sus distintas herramientas, en la etapa de planeación y asignación de recursos combinadas con las habilidades gerenciales, los conocimientos generales y uso de buenas prácticas para que al llevar a cabo los cambios y ajustes que se realizan en todos los proyectos, donde se puedan mitigar los costos, el tiempo de ejecución y la calidad de los trabajos empleando las nuevas herramientas y beneficios que la figura del Gerente de Proyecto ofrece.

OBJETIVOS PARTICULARES

- 1.1 Operar adecuadamente las herramientas del sistema BIM que ayuden a la organización y control de un proyecto de edificación.
- 1.2 Identificar las habilidades que debe cumplir un gerente de proyecto.
- 1.3 Analizar los componentes de la metodología BIM en el proceso de planeación.
- 1.4 Analizar los componentes de la figura del Gerente de Proyecto dentro de las etapas de planeación en el proceso de un proyecto integral.
- 1.5 Evaluar las ventajas y desventajas que se obtienen al realizar un proyecto relacionando la metodología del sistema BIM y la figura del Gerente de Proyecto dentro de una dirección de proyecto.

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

HIPÓTESIS

La metodología BIM ofrece una manera más organizada de colaboración durante las distintas etapas de un proyecto, así como una mejor comunicación con los involucrados en el mismo. Por lo tanto, los resultados de su implementación generan mayor transparencia y precisión en los costos y tiempos de los proyectos.

El beneficio de la metodología BIM no se enfoca sólo a los modelos y a la visualización del proyecto en manera digital; con las diferentes dimensiones podemos tener una mejor organización, planeación y control, con lo que podemos construir virtualmente cualquier proyecto invirtiendo los recursos necesarios para obtener los estándares de calidad y tiempo requeridos.

Si la construcción de edificación en México utilizara la metodología del sistema BIM, coordinada con la figura del Gerente de Proyecto como gestión de la información de la construcción en un proceso de mejora continua, se tendría una mejor calidad en la planeación de cualquier proyecto además de optimizar los recursos dará como resultado proyectos integrales más eficientes.

UTILIDAD DE LA TESIS

En esta investigación se pretende hablar del área de planeación de un proyecto complementado con la gerencia de proyecto. La utilidad de ésta reside en la importancia que tiene la implementación de la metodología BIM y el uso de las habilidades gerenciales en la realización de un proyecto integral para la optimización de recursos y enunciar los beneficios que se tienen al utilizar esta relación.

Una vez realizada esta investigación se podrá tener referencia de los beneficios que tiene el utilizar un sistema de modelo de información BIM, en la etapa de planeación de un proyecto optimizando los recursos.

METODOLOGÍA

A través del presente trabajo se expone una investigación de carácter análisis-síntesis que consiste en la separación de las partes de un todo para estudiarlas en forma individual (Análisis), y la reunión racional de elementos dispersos para estudiarlos en su totalidad. (Síntesis).

Se realizó una revisión literaria respecto a la metodología BIM y sus dimensiones a fin de coadyuvar eficientemente a la gestión de proyectos, las habilidades gerenciales indispensables para la realización de éstos y la implementación de los gerentes de proyecto en sus funciones y habilidades apuntadas hacia la culminación excelente de los planes, proyectos y demás trabajos inherentes a la industria de la construcción y sus áreas afines.

Asimismo, se investigó la Gerencia de Proyecto en el entorno BIM, la gestión de recursos, la planeación y programación de obra en el entorno BIM, así como la metodología de trabajo del BIM en la etapa de planeación entre otros elementos de ayuda.

Se identificó la influencia del BIM en el trabajo del Gerente de Proyecto desde las fases iniciales hasta las de planeación, que permiten de manera más eficaz el trabajo de coordinación y control, además de un plan de ejecución.

Una vez que se obtuvo la información necesaria para comparar y dimensionar lo que se pretende demostrar y el uso de una metodología combinada (cuantitativa y cualitativa) se realiza el siguiente procedimiento:

- I. Se inició buscando la información necesaria sobre los conceptos de la metodología BIM, la Gerencia de Proyecto y la figura del gerente dentro de la construcción, las habilidades y técnicas que puede emplear en las etapas de un proyecto
- II. De igual forma se identifica la relación de la Gerencia de Proyectos en el entorno BIM y la metodología de trabajo en la planeación de proyectos.

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

- III. Se enuncian las ventajas y beneficios de utilizar esta metodología y cómo la figura del gerente de proyecto debe apoyarse en las herramientas tecnológicas para tener un mejor desempeño.
- IV. Se plantea la relación que tiene la metodología BIM en la etapa de planeación con la estructura operacional de un proyecto.
- V. Se elaboraron las conclusiones obtenidas en nuestro análisis.

Con este procedimiento podemos identificar las ventajas de la herramienta BIM con la metodología de trabajo para la planeación y programación de un proyecto, así como la importancia de la implementación de un gerente de proyecto y las habilidades con las que se debe contar para realizar los proyectos con eficiencia y eficacia en la búsqueda de la excelencia, hasta alcanzar los objetivos planteados dentro de los parámetros de tiempo, de costo y calidad.

Análisis DAFO de la Metodología de modelado BIM en la etapa de planeación.

En el desarrollo de esta investigación se menciona la técnica DAFO (Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades), que debe ser considerada por un Gerente de Proyecto para la planeación estratégica, en la cual se realiza un análisis donde se determinan los pros y los contras de ésta, con el objetivo de tener una base para definir las estrategias de acción.

Debilidades. - Son aquellas características o deficiencias del uso de la metodología de modelado BIM, del paradigma de la metodología tradicional, del modelado como una herramienta tecnológica emergente.

- Falta de conocimiento de la metodología del modelado BIM.
- Paradigma con metodología tradicional.
- Necesidad de aprender herramientas de mayor complejidad.
- Falta de colaboradores que trabajen con metodología BIM.

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

- Mayor dependencia de las herramientas de software.
- Mayor dificultad en una estructura de trabajo tradicional.

Amenazas. - Son aquellos factores externos que están fuera de nuestro control y que podrían perjudicar y/o limitar el desarrollo del uso del modelado BIM.

- Competencia elevada.
- Desconocimiento de los beneficios de la herramienta.
- Falta de adaptabilidad.
- Costo elevado de las herramientas para el modelado BIM.
- Falta de inversión para el desarrollo de proyectos en modelos BIM
- Poco conocimiento de los desarrolladores de herramienta para modelado BIM.
- Estructuras de trabajo tradicionales.

Fortalezas. - Son los recursos, capacidades humanas, materiales, información, entre otros, con los que se cuenta para adaptarse y aprovechar al máximo las ventajas que ofrece el entorno social y enfrentar con mayores posibilidades de éxito las posibles amenazas

- Cada día existe una mayor aceptación al modelo de trabajo del BIM.
- Aumento de productividad gracias a una gestión de información estructurada y estandarizada.
- Mayor precisión y mejores planificaciones de proyectos.
- Mayor facilidad para colaborar entre los involucrados del proyecto.
- Mayor facilidad para entender cómo, en qué tiempo y cuánto se gasta al construir.
- Mayor conocimiento general de los procesos constructivos desde el diseño conceptual hasta la operación del proyecto.
- La documentación del proyecto será cada vez más ajustada a la realidad

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

- Velocidad, eficacia y eficiencia.
- Control de proyecto.
- La documentación es generada de forma más rápida y vinculada a un único modelo de datos de información, reducción el tiempo y costo en la elaboración de proyectos.

Oportunidades. - Son situaciones o factores socioeconómicos, políticos o culturales que están fuera de nuestro control, y que son factibles de ser aprovechados si se cumplen determinadas condiciones.

- Nuevas oportunidades de trabajo colaborando en grandes proyectos.
- Será requerido el uso de BIM en todos los proyectos.
- Potenciación de equipos técnicos multidisciplinarios.
- Necesidad de técnicos calificados.
- Exigencia de implementación de BIM en todas las organizaciones.
- La inclusión de la metodología BIM en Obra Pública.

A través de una Matriz DAFO se pueden determinar las diferentes estrategias para la integración de la metodología BIM en la etapa de planeación de un proyecto integral.

JUSTIFICACIÓN

De acuerdo con el Reporte Global de Competitividad 2015-2016 elaborado por el Foro Económico Mundial, la calidad de la infraestructura ha sufrido un paulatino deterioro en muchas naciones desarrolladas incluyendo Francia, Alemania y Estados Unidos.

La calidad de ésta, que proviene de la construcción de nuevos proyectos y mantenimiento de las obras existentes, impacta directamente a la economía de

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

estos países. Por lo tanto, gobiernos y sociedad civil están al tanto de la importancia de invertir los recursos limitados disponibles de la mejor manera posible.

Para lograr una inversión eficiente en los macroproyectos de infraestructura, se debe garantizar un flujo de trabajo óptimo entre disciplinas y en el ciclo de vida de un activo, es decir, fases de un proyecto (Planeación, Diseño, Construcción, Operación y Mantenimiento, Renovación o Demolición). Es por esto por lo que las distintas naciones pioneras alrededor del mundo han comprendido el valor que aporta implementar la metodología BIM (Building Information Modeling) a los gobiernos, dueños de proyectos, arquitectos e ingenieros. BIM es el nuevo modelo para la industria de la ingeniería y construcción, mediante el cual se puede trabajar en conjunto a través de la nube. BIM además permite reducir tiempos y costos, así como el poder trabajar desde cualquier lugar remoto.

De acuerdo con el mismo reporte, estos son los 11 países con la infraestructura de mayor calidad: Hong Kong, Singapur, Holanda, Emiratos Árabes, Japón, Suiza, Alemania, Francia, Inglaterra, España y Estados Unidos.¹

Muchos de estos países ya han implementado mandatos BIM para los nuevos proyectos de construcción y el resto están en proceso de implementar nuevas tecnologías para planear, diseñar, construir, operar y mantener sus activos de mejor manera.

ALCANCES

La finalidad de este trabajo de investigación es demostrar que las herramientas del sistema BIM son útiles para la optimización de recursos y mejoran la planeación operación y control de un proyecto integral, que coadyuvan eficientemente a las habilidades gerenciales para la realización de los proyectos.

¹ World Economic Forum, The Global Competitiveness Report 2015-2016 pp 23

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

Demostrar que la implementación de la filosofía BIM es el camino hacia el mejoramiento en la realización de los proyectos, en la optimización de recursos y en la calidad de los productos, sin dejar de considerar como aspecto muy importante la vinculación de la gerencia de proyectos con estos procesos.

El alcance de este trabajo es identificar los diferentes procesos en los cuales la metodología BIM beneficia a la etapa de planeación de una dirección de proyecto de construcción, así como la propuesta de un plan para el proceso de planeación de dirección de proyecto apoyado con la metodología BIM.

El uso de procesos BIM en la coordinación, revisión de proyectos, en mediciones, presupuestos, planificación y control de ejecución, se ha convertido, en un valor trascendente agregado a todos los servicios asociados con la Gestión de Proyectos que ejecutan las empresas de alto desempeño.

Por lo tanto, no se puede dejar de hacer conciencia que, para evitar las malas prácticas de manejo de los recursos, se debe valorar el puesto de gerente de proyecto, habilidades y buenas prácticas de su función que redunde en el aprovechamiento de la tecnología para el desarrollo de proyectos y la optimización de los recursos en la etapa de planeación.

1. MARCO TEÓRICO

1.1 La Gerencia de Proyecto

1.1.1 ¿Qué es una Gerencia de Proyecto?

La gerencia de proyecto es la rama de la administración que trata de la planificación y control de la ejecución de proyectos y provee las herramientas para administrarlos integralmente en todas sus fases: planeación, programación, ejecución, control, pruebas y puesta en marcha, de modo que los riesgos se puedan detectar, eliminar si esto es posible; compartir o mitigar. Ignorarlos puede traer consecuencias negativas para el proyecto. La gerencia de proyecto se utiliza en la mayor parte del mundo y, lamentablemente, muy poco en México.

La Gerencia de Proyectos es la disciplina que integra, coordina y controla en tiempo, costo y calidad todas las etapas del proceso desde: idea, anteproyecto, análisis de factibilidad, financiera, proyecto ejecutivo, licitación y construcción, de forma tal que un proyecto dado sea terminado completamente dentro de los parámetros de **calidad, tiempo y costo** definidos desde el inicio del proceso.



Figura 1 Fases de un Proyecto de Construcción

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

De igual forma, la gerencia de proyecto, participa en todos los niveles de la organización funcional realizando actividades de Dirección de Proyecto, Gerencia de Construcción, Supervisión de la obra, y su misión es alcanzar el objetivo final de acuerdo con lo establecido; desde el inicio hasta la terminación del proceso, coadyuvando en los por demás importantes parámetros **costo, tiempo y calidad**.

Una forma de visualizar estos parámetros a una cuarta dimensión es ver el proyecto total como un cubo, en el que cada eje representa dichos componentes, en la medida que puedan lograrse estas componentes o metas tendremos mejores resultados.

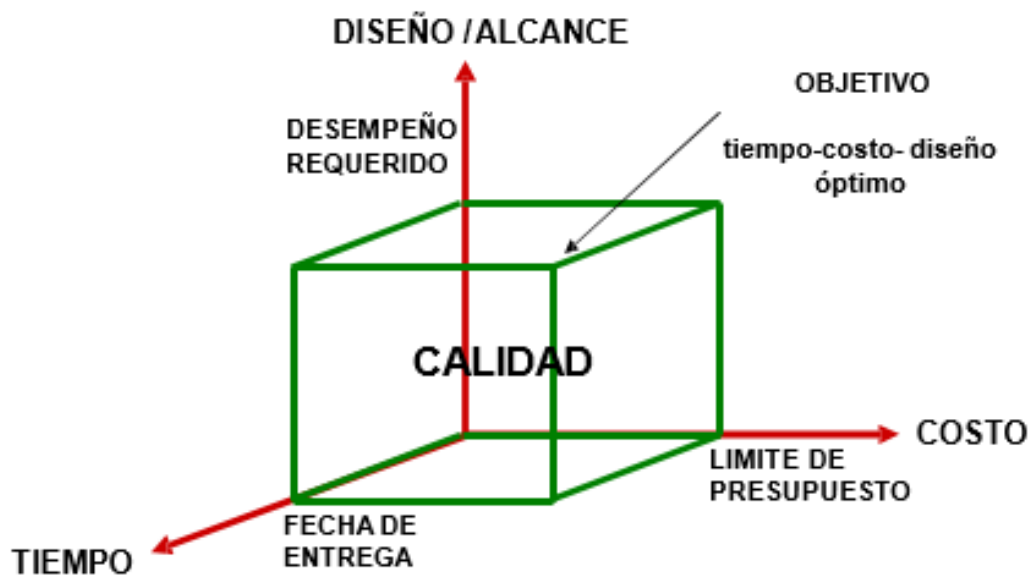


Figura 2 Tiempo costos y calidad

Un proyecto está formado por distintas etapas que integran un proceso productivo. Este conjunto de actividades sigue una secuencia lógica que permiten alcanzar el objetivo predeterminado.

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto



Figura 3 Proceso Productivo

La importancia de la Gerencia de Proyectos es ayudar a individuos, grupos y organizaciones a cumplir con los objetivos establecidos, satisfacer las expectativas de los involucrados, entregar los productos adecuados en el momento preciso, responder a los riesgos de manera oportuna, gestionar las restricciones y a la toma de decisiones de una mejor manera.

Con el tiempo los proyectos han incrementado su complejidad al pasar de la simple construcción de obras a la gestión integral de todo el ciclo del proyecto. La gerencia de proyecto se requiere en un entorno mundial tecnológico y financiero cada vez más difícil, con proyectos de enorme complejidad y cada vez mayor número de actores por lo que es necesario contar con mejores técnicas de gestión para lograr proyectos exitosos.

Los beneficios y resultados de la Gerencia de Proyecto en todo proceso se obtienen preferentemente con un liderazgo eficiente apoyados en herramientas gerenciales actualizadas.

1.1.2 ¿Qué es Gerente de Proyecto?

Un gerente de proyecto es el recurso humano que se relaciona con las actividades administrativas de planificación, organización, dirección y control de los recursos a

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

su cargo para satisfacer los requerimientos técnicos, de costo, tiempo y calidad que permitan finalizar con éxito los proyectos a su cargo.

La figura del gerente de proyectos es de un administrador, quien controla, integra, administra y coordina los recursos para cada proyecto, asimismo, adapta y dispone disciplinas, herramientas, seguimientos y metodologías entre otros elementos para adecuarlas a las necesidades de cada proyecto en la búsqueda de la excelencia.

El tipo de organización de gerencia de proyecto nace de la necesidad de las empresas de diseño con proyectos que incluían un número variado especialistas involucrados y el correcto manejo de este. A rasgos generales, esta es una matriz organizacional ya que el GP tendrá un equipo de trabajo de acuerdo con el proyecto que dirija; a su vez estos elementos serán reincorporados a otro equipo en cuanto concluyan sus funciones. Siguiendo este tenor, la complejidad de los equipos será según la magnitud y duración del proyecto.

Las funciones del gerente de proyecto son básicamente:

- a) **Supervisión técnica:** El gerente de proyecto debe ser técnicamente competente y debe estar relacionado directamente con los aspectos técnicos del proyecto. Es un factor que interviene directamente en la motivación del personal que el GP tiene a cargo.
- b) **Planeación:** Nos servirá para definir los objetivos, atender los requerimientos del proyecto eficazmente y evitar crisis innecesarias.
- c) **Organización:** El GP debe involucrarse en la selección de su equipo de trabajo, así como asignarles funciones.
- d) **Dirección:** El GP asegurará que el trabajo se realiza adecuadamente, coordinando a los miembros de su equipo, clientes, proveedores, contratistas, consultores y dependencias.

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

- e) Control: Registro de las actividades mediante informes periódicos y revisiones de la calidad, presupuesto, programación de la obra y satisfacción del cliente.
- f) Administración financiera: El GP debe conocer a fondo el proceso administrativo, llevar los costos en el margen estimado y ayudar a mantener un flujo económico estable.
- g) Asistencia de mercadotecnia: Otra de las funciones del GP es incentivar las ventas de trabajos adicionales e ideas nuevas al cliente, apoyado en un trabajo previo bien realizado.

1.1.2.1 Herramientas de un Gerente De Proyecto.

Las herramientas gerenciales son instrumentos que nos permiten:



Figura 4 Instrumentos Gerenciales

Se entiende por herramientas gerenciales a los procedimientos que se desarrollan para optimizar el uso de los recursos de las empresas y organizaciones que pretenden ser competitivas

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

El Gerente del Proyecto debe dominar las principales habilidades de liderazgo en función de las relaciones interpersonales, para poder dirigir a su equipo de trabajo eficazmente además de interactuar con los clientes, jefes y proveedores adecuadamente, estas habilidades son las siguientes:



Figura 5 Habilidades del Gerente de Proyecto

A estas capacidades personales consideramos que un gerente de proyecto debe tener en cuenta los conocimientos de las técnicas para poder organizar, planear, evaluar y controlar los objetivos planteados, algunas se enuncian a continuación:

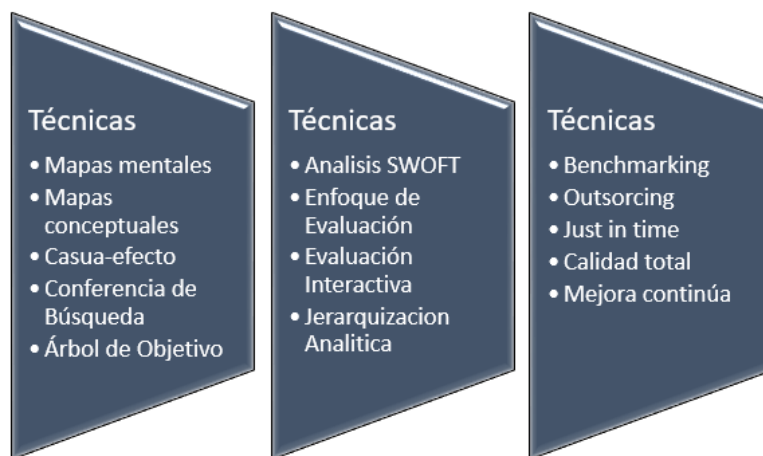


Figura 6 Técnicas de un Gerente de Proyecto

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

Estas técnicas permiten al Gerente de Proyecto poder tener un panorama más amplio para cumplir los objetivos planteados, recordando que el problema llama a la técnica.

1.1.3. Gestión de la Planificación

Los procesos de planificación son actividades que no termina con un plan de acción diseñado, sino que se convierte en un proceso ininterrumpido y de permanente retroalimentación, se puede decir que un proceso de planificación se está realizando continuamente a pesar de que el diseño esté hecho. La planificación debe ser considerada con una actividad permanente que nos permitirá tomar decisiones, con base en los resultados que obtenga nuestra organización.

Por lo antes expuesto se puede decir que la planificación debe ser considerada como una actividad permanente la cual nos permitirá tomar las decisiones, con base en los resultados que obtenga la organización. Los procesos de planificación contienen o incluyen varios planes por lo que se debe delegar funciones a cada departamento o grupo de trabajo.

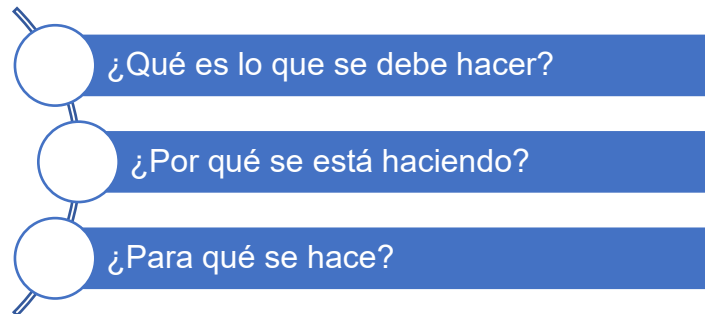
La etapa organizativa, en la que dominan los procesos de planificación, es cuando el gerente del proyecto puede ofrecer su mayor impacto, por lo tanto, se debe crear una ruta o camino para que la ejecución de las actividades se realice de forma coordinada entre las variables de tiempo, costo y calidad en el proyecto.

La planificación es una herramienta para la toma de decisiones con respecto al proyecto, en la cual se intenta cotejar el deseo de un grupo de stakeholders con la realidad de una situación. El proceso consiste en determinar cuáles son las actividades, qué recursos se requieren y cuándo se requieren para la ejecución del proyecto. La planificación es un proceso a través del cual se pretende sistematizar, por adelantado, de lo que se tratará hacer en un futuro, para ello se debe tener un

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

plan integral del proyecto, el cual debe ensamblar de forma coherente todo lo que se va a realizar durante la ejecución.

Para tener una buena planificación se debe pensar antes de actuar, esto implica aplicar una metodología para organizar el trabajo, con una secuencia de preguntas:



Las preguntas antes mencionadas se deben responder por etapas, dichas preguntas deben ser muy claras ya que es la entrada de la planificación, a través del desarrollo de la planificación del proyecto se van a dar otras preguntas tales como:

¿Como debe ejecutarse?

Es la pregunta base que origina la definición de los alcances, por medio de un listado de actividades que se debe realizar

¿Cuánto tiempo debe durar?

Es uno de los factores importantes en toda planificación es uno de los factores que va a determinar si proyecto alcanza la meta esperada.

¿Quién es el responsable?

Es la pregunta que se debe tener en cuenta una vez que se ha definido cuales son las actividades del proyecto.

¿Cuándo se deben realizar la labores?

Se debe combinar los tiempos con las secuencias lógicas de las actividades para así crear un buen cronograma.

¿Con que herramientas se va a trabajar?

En esta parte de la planificación se deben tomar decisiones de cuál es el mejor camino para ejecutar el trabajo planteado.

¿Con que herramientas se va a trabajar?

Para dar respuesta a esta pregunta se debe realizar una evaluación de costo de cada uno de los recursos a utilizar en la ejecución del proyecto

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

1.2 Proyecto BIM

Para definir que es un Proyecto BIM, es necesario empezar con definir que es un proyecto y que es BIM

Proyecto: La definición de un proyecto engloba diferentes conceptos que se pueden extender en todos los ámbitos de la actividad profesional y no profesional, sin embargo, para lo que corresponde en este trabajo definiremos un proyecto como la combinación de recursos humanos y materiales, reunidos temporalmente en una organización, para conseguir un propósito determinado.²

BIM: Existen muchas definiciones de BIM, dentro de las más aceptables y la cual manejaremos en este trabajo es la siguiente: la metodología BIM es una metodología de trabajo colaborativa para la concepción y gestión de proyectos de edificación y obra civil. Dicha metodología BIM centraliza toda la información de un proyecto -geométrica o 3D, tiempos o 4D, costes o 5D, ambiental o 6D, y mantenimiento o 7D- en un modelo digital desarrollado por todos sus agentes.

1.3 Partes de un Proyecto

Un proyecto de ingeniería tiene generalmente los mismos documentos:

Memoria: La memoria es el documento que describe el proyecto. Debe hacer constar claramente las motivaciones y los condicionantes del proyecto. Debe contemplar las alternativas que se han manejado y las razones por las que se llega a una elección determinada. En la memoria no debe haber cálculos técnicos, sino sólo resultados. Los cálculos se dispondrán en los anexos. En general la memoria es el último documento que se elabora en un proyecto y constituye el resumen.

² System Analysis and Project Management, David Cleland, William king

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

Anexos a la memoria: Los anexos a la memoria tienen la misión de recoger toda la información técnica y las explicaciones más profundas que justifican la selección de una u otra alternativa. Constituyen una justificación de las decisiones del proyectista, pero en general son informaciones que no es necesario consultar con frecuencia para ejecutar el proyecto. Dentro de los anexos se incluiría el estudio geotécnico, los cálculos estructurales, los cálculos hidráulicos si los hubiere.

Planos: Expresan de una forma gráfica las transformaciones que se pretenden realizar en el proyecto. Deben contener información suficiente como para poder ejecutar el proyecto sólo con ellos. Los planos deben servir para que:

- Cualquier técnico pueda comprender la transformación que se proyecta.
- El contratista puedan realizar su trabajo (con supervisión).
- Se puedan medir y presupuestar las distintas unidades de obra que componen el proyecto para calcular el presupuesto.
- Queden como documentos representativos de las obras e instalaciones realizadas tanto en sus elementos vistos como ocultos, con el fin de conservar y mantener esos elementos, y conocer también su ubicación para posibles ampliaciones. En algunos casos, si se modifica el proyecto durante la fase de construcción, se realizan planos “as built”, que indican claramente las disposiciones finales adoptadas.

Pliego de condiciones: Es un documento contractual, formado por un conjunto de artículos o cláusulas, que regulan los derechos, las obligaciones y las garantías mutuas entre las partes que intervienen en el desarrollo y la ejecución del proyecto. El pliego no puede contradecir ninguna ley ni ordenanza nacional o local, sino que puede complementarlas, por lo que la intervención de un técnico local es totalmente necesaria. Tiene que ser conciso y claro, sin dar lugar a posibles dobles lecturas. Además, la información de los planos y el pliego debe ser complementaria y no puede contradecirse.

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

Presupuesto: Es el documento en el que se cuantifican y valoran las unidades de obra para la realización del proyecto. Debe constar de varios documentos con el objetivo de que no haya dudas sobre los precios de las distintas unidades. Es muy importante que todas estén presupuestadas, ya que en caso contrario podría haber cambios importantes en el costo final de la obra.

Estudio de seguridad y salud: Tradicionalmente el estudio de seguridad y salud en el trabajo se dispone como un anexo a la memoria (aunque muchas veces se encuaderna de forma independiente), pero por su gran importancia se comenta aquí de forma separada. El objetivo de este documento es indicar los riesgos laborales previsibles durante la realización del proyecto y establecer las medidas correctoras para evitarlos.

Debemos considerar que la seguridad tiene un precio, y por tanto todos los elementos que consideremos deberán incluirse en el presupuesto. En este módulo, los aspectos más importantes relativos a la seguridad en la construcción se verán en el apartado del proceso constructivo.

Estudio de impacto ambiental: En todo proceso constructivo es preciso considerar sus impactos sobre el medio ambiente. Se justificarán los posibles impactos positivos y negativos. En caso de que se prevean impactos negativos importantes, se propondrán medidas correctoras. Al igual que el estudio de seguridad y salud, este apartado forma parte de los anexos a la memoria, aunque por su importancia también se puede encuadernar por separado.

1.4 Etapas de un Proyecto

Las fases en proyectos de construcción se resumen en seis:

1. -Prediseño. Las primeras fases de los proyectos de construcción son también el momento de introducir el concepto de sostenibilidad. Este compromiso, con el medio ambiente, las personas y la sociedad debe ser una constante en los trabajos y, por supuesto, en la forma de plantearlos, que comienza aquí:

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

- Simulación de procesos.
- Diseño conceptual.
- Estimaciones.
- Estudio de viabilidad.
- Autorizaciones y aspectos legales.
- Opciones de financiación.
- Definición del alcance de proyecto.
- Determinación del lugar de la obra.
- Evaluación de licencias.
- Evaluación tecnológica.

2. -Ingeniería. La participación pública puede adquirir un mayor protagonismo en esta etapa, donde se habrán de confirmar los términos en que el proyecto se desarrollará.

- Ingeniería "front - end".
- Ingeniería en detalle.
- Control de costos.
- Planificación y programación.
- Integración de sistemas.
- Planificación de la seguridad.

3. -Planeación. Una fase que hay que gestionar de forma sistemática y donde la formación y experiencia del Project Manager juegan un papel clave para minimizar errores y optimizar las condiciones en que se ejecute la obra.

- Gestión de materiales.
- Planificación de requisitos.
- Búsqueda de proveedores.
- Evaluación de ofertas.
- Control de calidad de proveedores.
- Facturación.

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

- Expedición.
- Logística.
- Funciones de almacén
- Gestión de contratos.

Ventajas y Limitaciones de la Planeación.

La planificación en un proyecto es un proceso que ofrece muchas ventajas en toda organización, las principales ventajas que ella trae son las siguientes:

- Permite la integración de todos los trabajos haciendo que el equipo del proyecto comience a interactuar y, por lo tanto, se inicia el importante proceso de team building³.
- Establece las bases para una comunicación eficiente, ya que todos los miembros comienzan a llamar cada cosa con un mismo nombre, se genera un vocabulario común y un diccionario oficial para el proyecto.
- Una de las ventajas que se destacan es que es un proceso que ayuda a prever y manejar los sucesos inesperados que puedan aparecer durante el proyecto, por intentar pronosticar en el presente lo que debe suceder en el futuro.
- El plan proporciona bases para controlar los costos y el tiempo de ejecución, verificando así el avance del proyecto. (Dimensiones BIM 4D Y 5D)

Toda planificación es vital para establecer las bases sólidas en el autoanálisis y el aprendizaje. Es importante mencionar que, así como la planificación tiene una serie de aspectos favorables, también tiene sus limitaciones entre las cuales se puede mencionar:

³ Team Building (“Construcción en Equipo”) se comprende como un conjunto de actividades o ejercicios que permiten a los miembros de un grupo definirse como verdadero equipo.

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

- a) La planificación va a depender de la calidad y la cantidad de información disponible. Se puede decir que un buen *gerente de proyectos* debe preocuparse por conseguir información de calidad, para planificar y emplear una metodología acorde con la calidad de información disponible.
 - b) Se requiere de buenas habilidades de planificación para poder pronosticar situaciones no deseadas o desconocidas. Esta fase requiere del entrenamiento del personal, tener un buen sistema de información, tener conciencia de su utilidad y actitud proactiva para llevarlo a cabo.
 - c) Un aspecto importante que se debe tener en cuenta es que ciertas situaciones pueden crear falsas sensaciones de seguridad de las previsiones, esto hace que la organización tienda a confiarse en situaciones en la que hay mucha incertidumbre y que, por lo tanto, debe ser manejada con precaución.
 - d) La planificación no debe ser muy detallada ya que puede generar inflexibilidad para asumir los cambios que deban realizarse en el camino, a la hora de planificar el plan debe adaptarse al cambio por cualquier imprevisto, de no ser flexible el plan puede fracasar.
4. Construcción. Es cuando se produce la ejecución de los trabajos. Ésta es una de las fases de los proyectos de construcción donde más meticoloso hay que ser con el cumplimiento de la normativa, en especial en lo concerniente a la regulación aplicable en materia de seguridad y salud.
- Gestión de la construcción.
 - Selección de personal.
 - Formación y capacitación de personal.
 - Abastecimiento de equipos y herramientas.
 - Recepción y control de materiales.
 - Control de los trabajos.
 - Control de calidad.
 - Aplicación de lo dispuesto en la programación de seguridad y salud.
 - Gestión de contratistas.

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

5. - Commissioning. Es la fase dedicada a comprobar que todo lo planeado funciona de acuerdo con el diseño y está operativo. Si todos los trabajos se han ejecutado correctamente, este momento sería el de verificar que el proyecto ha sido un éxito. Cómo integrar los esfuerzos de trabajadores, contratistas y diseñadores no es tan sencillo en la práctica, esta etapa es la destinada a hacer efectivo el ajuste que se precisa para colmar las expectativas del cliente, una alineación que ha de llevarse a cabo a través de la ingeniería.

- Puesta en marcha.
- Soporte de ingeniería.
- Control de sistemas.
- Validación.

6. -Operaciones y mantenimiento. Las fases de proyectos de construcción no terminan con la entrega al cliente, sino que, muchas veces, es preciso continuar prestando servicios como los que se describen a continuación:

- Programa de mejora el rendimiento.
- Gestión de instalaciones.
- Mantenimiento y operaciones en planta.

1.5 Metodología del sistema Building Information Modeling (BIM)

BIM es un acrónimo de Building Information Modeling, últimamente se habla mucho sobre BIM en la industria de la construcción, pero cuando preguntamos, recibimos tipos distintos de definiciones y de diferentes personas.

Algunos dicen que BIM es un tipo de software. Otros dicen que BIM es el modelo 3D virtual de los edificios. Otros dicen que BIM es un proceso o que BIM no es más que una colección de datos de un edificio organizados en una base de datos

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

estructural que se puede consultar fácilmente de forma visual o numérica. Es seguro afirmar que BIM es todo lo que se dice anteriormente y algunas cosas más

El proceso de BIM comienza con la creación de un modelo digital 3D de diseño inteligente. Este modelo no es más que pura geometría y algunas texturas colocadas sobre él para su visualización. Un verdadero modelo BIM consiste en los equivalentes virtuales de los elementos constructivos y piezas que se utilizan para construir. Estos elementos tienen todas las características -físicas y lógicas- de sus componentes reales. Estos elementos inteligentes son el prototipo digital de los elementos físicos una edificación o infraestructura, mismos que nos permiten simularlos en un proyecto para así entender su comportamiento en un entorno virtual antes de que se inicie su construcción real, es decir, construir de manera virtual. Posteriormente este modelo es utilizado para facilitar a los propietarios y proveedores de servicio a mejorar la administración y gestión de los proyectos en sus diferentes etapas.

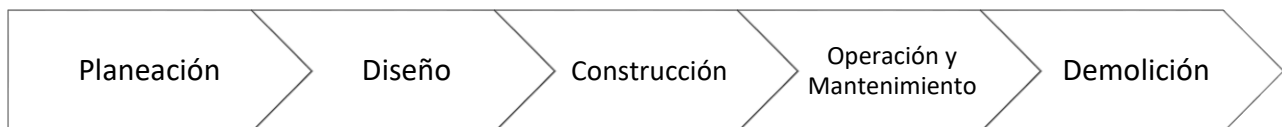


Figura 7 Etapas de Proyecto

El sistema BIM es una metodología de trabajo con la cual podemos solucionar las deficiencias en la gestión del diseño y del proyecto, pues a partir de la gestión del modelo virtual es posible realizar un análisis integro de toda la construcción del proyecto, una mejor y más rápida toma de decisiones y una mejor documentación para el ciclo de vida de una edificación o infraestructura.

Aún en la actualidad y con el avance tecnológico, se sigue obteniendo información en la construcción con los modelos **CAD** planos (arquitectónicos, estructuras, eléctricos, etc.), teniendo resultados y alcances bastante bajos, pues dependen de modelos independientes que solo son una representación de un elemento

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

determinado, y por ende se requiere de mayor cantidad de tiempo para realizar las actualizaciones dentro del proceso ya que en un solo proyecto se manejan modelos independientes, de tal manera que deben modificarse de manera aislada, siendo muy susceptible a presentar discrepancias a la hora de entregar los documentos de diseño y de ingeniería.

En contra parte la metodología empleada por el sistema BIM donde se busca elaborar un modelo digital el cual contenga la información necesaria y valiosa sobre los proyectos de construcción, incluyendo todas sus partes. Con esto obtenemos no solo un modelo geométrico tridimensional, sino que conjuntamente obtenemos información precisa del proyecto como lo son planos constructivos, especificaciones técnicas, costos, recursos, cronogramas, y planes que ayudan a la gestión de todas las etapas del proyecto.

Las aplicaciones **BIM (Building Information Modeling)** imitan el proceso real de construcción. En lugar de crear dibujos con líneas 2D se construye de manera virtual modelos con elementos reales de construcción, como muros, ventanas, pilotes, columnas, etc. Esto permite a los arquitectos e ingenieros diseñar de la misma forma en que son construidos. Como todos los datos están guardados en el modelo virtual central, los cambios en el diseño son automáticamente detectados y realizados en todos los dibujos individuales generados desde el modelo. Con esta aproximación integrada del modelo, BIM no solo ofrece un significativo incremento en la productividad, sino que sirve como base para unos diseños mejor coordinados y para un proceso de construcción basado en el modelo. Puesto que los datos se almacenan en un lugar central en un modelo BIM cualquier modificación del diseño del edificio se replicará automáticamente en cada vista, tales como planos de planta, secciones y alzados. Esto no sólo ayuda a la creación de la documentación de forma más rápida, sino que también proporciona la garantía de calidad rigurosa en la coordinación automática de los diferentes puntos de vista, o conocida como una Gestión de cambios

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

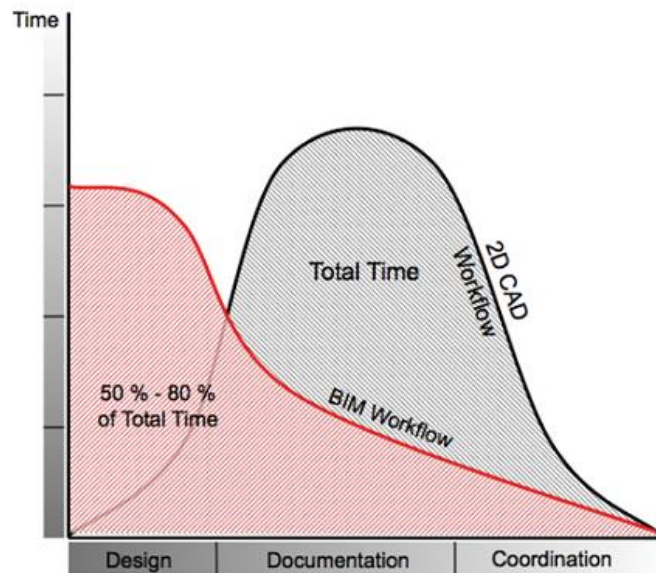


Figura 8 CAD vs BIM

Este sistema es un método de trabajo que se define en el contexto de la cultura colaborativa y de la práctica integrada, y supone una profunda transformación que afecta a todos los procesos de diseño, constructivos y de gestión de activos que conocemos hasta ahora.

Este nuevo método de trabajo, integra a todos los agentes que intervienen en el proceso de construcción de un proyecto, arquitectos, ingenieros, constructores, promotores, operación y mantenimiento (facility management), etc., y establece un flujo de comunicación transversal entre ellos ya que esto afecta la eficacia y el resultado final del proyecto, generando un modelo virtual que contiene toda la información relacionada con el edificio durante todo su ciclo de vida, desde su concepción inicial, durante su construcción y toda su vida útil, hasta su demolición.

1.5.1 Proceso del método BIM

El sistema BIM es un proceso en el que creamos un modelo virtual de un edificación, de dicho modelo obtendremos luego la información necesaria para elaborar

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

presupuestos, directrices, cambios, nuevas ideas, etc., a diferencia del CAD y su representación 2D y 3D del cual solo es una prefiguración más o menos exacta de la realidad, el BIM es un proceso dinámico que se realiza en tiempo real, cualquier cambio que hagamos se verá reflejado en los diferentes actores que intervienen en la creación de dicho proceso.

De esta manera se enuncia a continuación de manera explícita el proceso que se lleva a cabo:

Diseño. - Basado en ideas arquitectónicas, es necesario ligar y coordinar las distintas áreas y disciplinas. En este paso se encuentran las etapas de conceptualización de la idea, el diseño detallado, el análisis y la documentación, ayudando al proceso y evitando costosos trabajos de rediseño, esto a su vez, permitiendo una mejor toma de decisiones, mejorando la calidad y mitigando los riesgos. De igual manera en este primer paso se realizan los modelos virtuales preciosos, que vienen directamente del análisis y el diseño, ayudando a reducir incertidumbre en documentos e interferencias durante la construcción (se construye virtualmente). Es importante mencionar que en ciertas literaturas se muestra primero el diseño detallado que el análisis. En mi opinión se debe hacer primero un análisis del proyecto para después realizar un diseño detallado que genere la documentación real del proyecto.

Construcción. - Es en esta parte del proceso donde puede verificarse la eficiencia de los materiales generando menos desperdicios, realizando solo lo que se ocupará, complementando la construcción con la programación y presupuestación del modelo realizado llevando una mejor logística de la obra mejorando su eficiencia y eficacia en el resultado final del proyecto.

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

Operación. - Dentro de este apartado se encuentra el facility management⁴, donde se asegura y se gestiona el mejor funcionamiento de los inmuebles y sus servicios asociados, mediante la integración de personas, espacios, procesos y las tecnologías propias de los inmuebles. En este paso del proceso la gestión tiene como objetivo la adecuación permanente de los activos o recursos inmobiliarios a la organización y al equipo humano al menor costo posible, mediante la integración de todas las responsabilidades de gestión. Este proceso abarca durante toda la vida útil del inmueble, gestionando toda la información y documentación de este, acompañándolo hasta su demolición.



Figura 9 Proceso de Metodología BIM

1.5.2 Herramientas para el uso de BIM

⁴ El Facility Management es una integración de procesos dentro de una organización para mantener y desarrollar los servicios que apoyen y mejoren la efectividad de las actividades principales

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

La información concentrada y registrada en este modelo virtual es muy diversa y cada vez más completa. Va desde los agentes intervinientes en el proceso, el propio modelo del edificio, aspectos técnicos, estructurales, de instalaciones, de eficiencia energética, económicos, de materiales, comerciales, fases de ejecución, mantenimiento, administración, etc.

Cada agente que interviene en el proceso es parte del método de trabajo BIM, cada uno de ellos tiene unas competencias propias y acceso a la parte de información que le es relevante. Por eso es fundamental que todos ellos conozcan el método BIM y cómo funcionan sus herramientas.

La información que se aporta al modelo BIM, proviene de distintos tipos de software, programas de modelado, cálculo estructural, MEP, software de presupuestos, análisis de comportamiento energético, etc. El conocimiento de todas estas herramientas y de la capacidad de interoperabilidad entre ellas, es fundamental para la correcta implantación del BIM.

Existen una variedad de herramientas para el uso del BIM, a continuación, se enuncian las más destacadas:

- Autodesk Revit.
- Archicad
- Naviswork
- Allplan
- Bentley
- Nemetscheck vectorworks

En los siguientes esquemas se muestran en donde estas herramientas son óptimas para el proceso BIM:

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

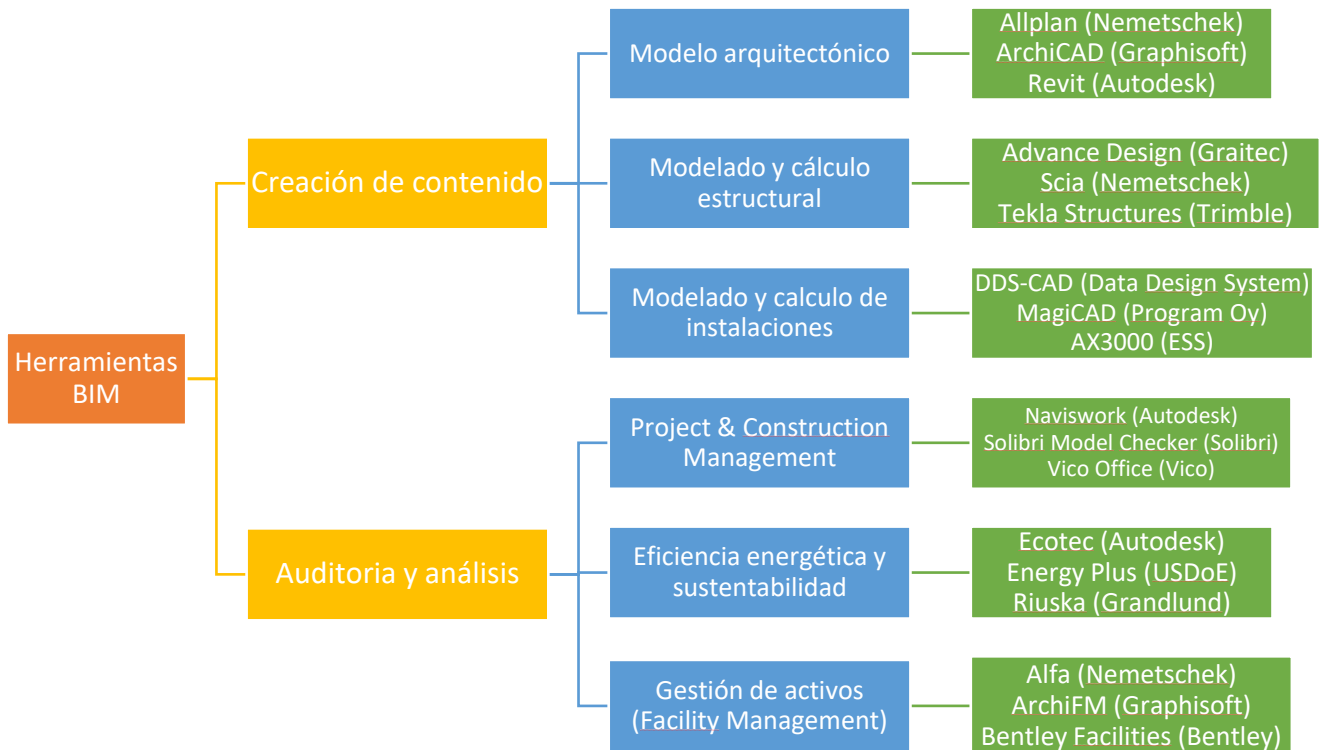


Figura 10 Herramientas BIM

Estas herramientas nos permiten diseñar, planear, organizar, dirigir y controlar un proyecto en sus distintas fases.

Cada una de las herramientas descritas anteriormente pueden ser utilizadas en un trabajo colaborativo para la creación de modelos BIM en todas sus fases, sin embargo, cada una tendrá sus ventajas y desventajas dependiendo del uso y operación que se le dé a las mismas

A continuación, se presenta un esquema donde las distintas herramientas pueden ser utilizadas de manera óptima, se hace énfasis en que dependerá del manejo, la operación y colaboración entre los involucrados para poder aprovechar las herramientas al máximo.

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

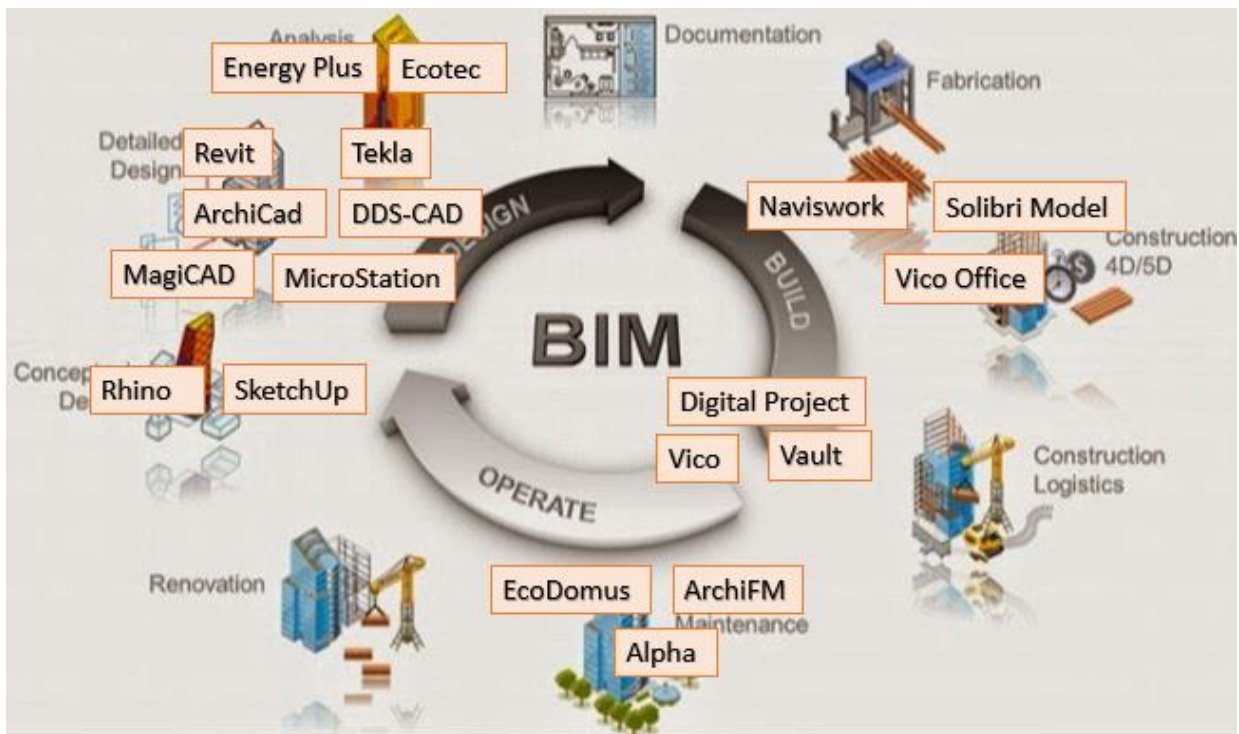


Figura 11 Herramientas dentro del proceso BIM (Elaboración propia)

1.5.3 Nivel de Desarrollo

Es difícil la valoración de un modelado BIM, ya que depende de varios factores, aunque sin entrar en mucho detalle, la AIA (American Institute of Architects), decidió que un sistema basado en LOD (Level of Development) sería una buena opción para valorar la calidad de un modelo BIM. Se define como el nivel de desarrollo o madurez de la información que posee un elemento del modelo, y este es la parte de un componente, sistema constructivo o montaje del edificio.

Este Nivel de desarrollo tiene como objetivo medir la calidad y cantidad de información proporcionada por el modelo

Se determinan cinco niveles, en función del uso que se va a dar a la documentación de salida aportada. Los niveles son como sigue:

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

- LOD-100: Conceptual. Es el nivel básico en el que se enumeran los elementos conceptuales de un proyecto.
- LOD-200: Geometría aproximada. Es el nivel en el que se definen gráficamente el elemento, especificando aproximadamente cantidades, tamaño, forma y/o ubicación respecto al conjunto del proyecto. Puede incluir información no grafica
- LOD-300: Geometría precisa. Es el nivel en que se definen gráficamente el elemento, especificando de forma precisa cantidades, tamaño, forma y/o ubicación respecto al conjunto del proyecto. Puede incluir información no grafica
- LOD-350: Interferencias. Equivalente al LOD 300 pero incluyendo detección de interferencias entre distintos elementos. Es propio de proyectos complejos desarrollados independientemente por disciplinas u otra desagregación de proyecto específica.
- LOD-400: Fabricación. Contiene el detalle completo, incluyendo la información necesaria para la fabricación o construcción. También incluye información no grafica vinculada a cada elemento.
- LOD-500: Conforme a obra. Se verifica la información de este nivel en relación con el proceso constructivo finalizado (as built), representa el proyecto que ya se ha construido, son las condiciones conforme a obra. Este nivel de desarrollo es adecuado para el mantenimiento y la gestión del proyecto.

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

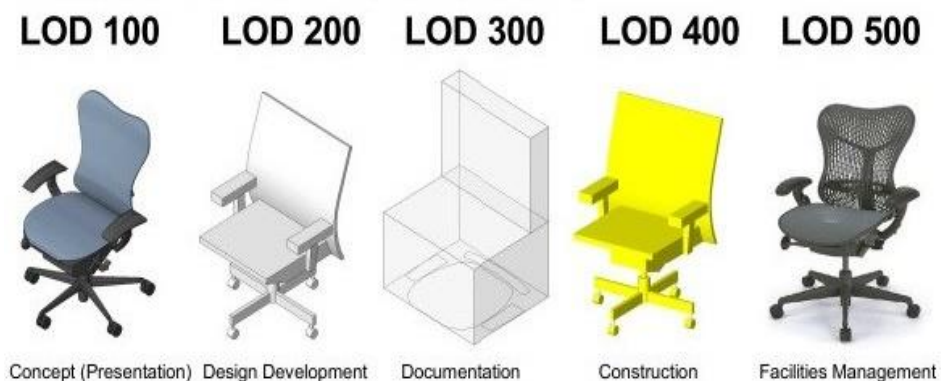


Figura 12 Nivel de desarrollo ⁵

Proyecto				
Concepto	Diseño	Documentación	Construcción	Gestión
LOD 100	LOD 200	LOD 300	LOD 400	LOD 500
Producto				
Nombre	Nombre Medidas Fabricante	Nombre Medidas Fabricante Especialización	Nombre Medidas Fabricante Especialización	Nombre Medidas Fabricante Especialización
		Conformidad - Legal	Datos/Compra Conformidad - Legal	Datos/Compra Mantenimiento Garantías Conformidad - Legal

Figura 13 Niveles de Desarrollo/Información (LOD) ⁶

1.5.4 Interoperabilidad de los modelos

Hasta este punto se ha demostrado que la metodología BIM tiene una visión holística de un proyecto donde contempla el proceso completo del producto con el fin de volver más eficientes todas las etapas por las cuales pasa.

Una de las ventajas de la metodología BIM es la interoperabilidad con la que se maneja, ya que tiene una amplia gama de softwares mostrados en la Expo BIM, los

⁵ Niveles de Desarrollo (LOD) y su importancia en Revit, Mundo BIM, Recuperado de <https://mundobim.com/2017/03/level-of-development-lod-bim/>

⁶ Niveles de desarrollo BIM. Cristóbal Bernal, Iniciando BIM en las instalaciones de un edificio. Recuperado de <http://www.proinstalaciones.com/articulos/tecnico/372-iniciando-bim-en-las-instalaciones-de-un-edificio>.

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

cuales responden a las necesidades particulares de cada empresa o etapa y estos al operar en BIM optimizan el flujo de información para lograr mejores resultados y permitir el trabajo interdisciplinario de una manera efectiva y volviéndose un canal de comunicación inmediata.

La interoperabilidad es requisito para hacer multi-dimensional a BIM. Tanto en la obtención de cantidades de obra como los costos y los análisis de eficiencia energética, ventilación, iluminación, eficiencia térmica, entre otros, requieren de intercambio de información común entre programas o software especializados para cada tarea.

La colaboración solo puede llevarse a cabo de manera eficiente con una taxonomía comúnmente entendida y compartida que incluye términos, definiciones y métricas asociadas. Esto es lo que se conoce como “Open BIM” y que actualmente está representado principalmente por el formato IFC y el COBie.

El formato IFC, “Industry Foundation Classes”, es un formato de datos de especificación abierta. Fue desarrollado por el IAI (International Alliance for Interoperability), predecesora de la actual Building Smart, con el propósito de convertirse en un estándar que facilite la interoperabilidad entre programas del sector de la construcción

Se trata de un formato común entre todos los softwares en el que se representa información geométrica y alfanumérica.

Mediante los archivos IFC todo tipo de software BIM puede leer y escribir información e intercambiarla. Si bien es cierto que cada software puede utilizar alguna opción exclusiva difícil de intercambiar, es una herramienta muy potente poder exportar geometrías e información de manera que se produce un ahorro de tiempo cuantificable.

El modelo de datos COBie (Construction Operation Building Information Exchange) es un estándar internacional para el intercambio de datos de la construcción. Su uso más común es en la transferencia de datos de la construcción en las operaciones. Su representación más común es una hoja de cálculo COBie

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

Las posibilidades no se limitan a programas producidos por una única compañía de software. Hay múltiples asociados a BIM que sirven para exportar archivos digitales entre software de diversos fabricantes, hasta ahora las conexiones.



Figura 14 Interoperabilidad BIM ⁷

1.6 Dimensiones BIM

La metodología BIM abarca varias dimensiones. Hasta el momento la mayoría de los textos citan hasta 7 dimensiones, pudiendo encontrar en algunos la posibilidad de llegar en un futuro hasta la novena. Las dimensiones son niveles en los que se va aportando cada vez un valor añadido nuevo. Un parámetro nuevo que influye en el modelo y aporta información.

Con la adición de nuevos parámetros a los modelos se adicionan nuevas “Dimensiones” a la modelación. Un modelo 3D contiene las propiedades geométricas tridimensionales del proyecto. Un modelo 4D incluye la programación de obra, es decir el tiempo. La dimensión 5D reúne el espacio físico, el tiempo y el costo; y los modelos 6D contienen el ciclo de vida del proyecto, la gestión en etapa

⁷ Interoperabilidad BIM. BIM fórum Recuperado de <http://bimforum.org.ar/novedades/ampliar/gestin-de-proyectos-en-entornos-openbim>

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

de operación y los análisis de impacto al medio ambiente (eficiencia energética, ventilación, eficiencia térmica).

Estas herramientas asociadas a metodologías de trabajo BIM configuran un proceso que permite generar, almacenar, administrar, intercambiar y distribuir información de una edificación de manera reutilizable e interoperable lo que origina ahorros sustanciales de tiempo en los procesos de diseño y construcción que se traducen en disminución de costos y mayor competitividad del sector de la construcción.

Las dimensiones BIM se refieren a la forma particular en que ciertos tipos de datos están vinculados a un modelo de información. Al agregar dimensiones adicionales de los datos, puede comenzar a tener una mejor comprensión de un proyecto de construcción: ¿cómo se entregará?, ¿cuánto costará? y ¿cómo se debe mantener?, etc. Estas dimensiones, 4D, 5D y 6D BIM, pueden ser factibles.

Es por eso que en este trabajo exploraremos hasta la dimensión 5D (fase de planeación de un proyecto), apoyada con una correcta gestión de proyecto encontrando los beneficios que podemos obtener al realizar una edificación con esta metodología.

1.6.1 BIM 3D

La dimensión BIM 3D es quizás con la que estamos más familiarizados: el proceso de creación de información gráfica y no gráfica y el intercambio de esta información en un entorno de datos común (CDE⁸).

A medida que avanza el ciclo de vida del proyecto, esta información se vuelve cada vez más rica en detalles hasta el momento en que los datos del proyecto se entregan a un cliente al finalizar.

Esta dimensión representa la integración de las diferentes especialidades del entorno a un modelo tecnológico (arquitectura, estructuras e instalaciones), el cual puede ser creado de manera colaborativa entre los diferentes profesionales. Esta interacción virtual consolida la gestión del diseño, pues permite visualizar las modificaciones que se deberían ejecutar al producirse cambios en el diseño y

⁸ Common Data Environment (un repositorio compartido de información digital del proyecto)

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

brindar soluciones a las incompatibilidades desde las fases tempranas del proyecto. Su base principal, yace en el hecho de “construir dos veces”, una de manera virtual, en la cual se realizarán los errores y se solucionarán las interferencias para, una vez solucionadas las interferencias en el diseño, proceder a construir por segunda vez, esta vez el edificio real con la menor cantidad de errores en su diseño. Es el nuevo prototipo de la industria de la construcción, en el cual se puede realizar visitas virtuales al proyecto para que todos los stakeholders⁹ (involucrados) comprendan los alcances, limitaciones y objetivos del proyecto.

1.6.2 BIM 4D

La dimensión 4D agrega un extra de información a un modelo de información de proyecto en forma de datos de programación (tiempo). Esta información se agrega a los componentes que se construirán en detalle a medida que avance el proyecto. Esta información puede usarse para obtener información precisa del programa y visualizaciones que muestren cómo se desarrollará su proyecto secuencialmente.

La información relacionada con el tiempo para un elemento en particular puede incluir información sobre el tiempo de entrega, cuánto tiempo lleva instalar / construir, el tiempo necesario para ser operacional / endurecer / curar, la secuencia en la que los componentes deben instalarse y las dependencias en otras áreas del proyecto.

Con la información del tiempo asociada en el modelo de información compartida, los planificadores deben ser capaces de desarrollar un programa de proyecto preciso con los datos vinculados a la representación gráfica de componentes/sistemas, resulta fácil comprender y consultar información del proyecto y también es posible mostrar cómo se desarrollará la construcción, secuencialmente, a lo largo del tiempo, mostrando cómo una estructura aparecerá visualmente en cada etapa.

⁹ Cualquier individuo o grupo que puede afectar el logro o ser afectado por el logro de los objetivos de una organización.

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

Trabajar de esta manera es enormemente útil cuando se trata de planificar el trabajo para garantizar que se secuencia de manera segura, lógica y eficiente. Ser capaz de prototipar cómo los activos se unen antes de que el suelo se rompa en el sitio permite la retroalimentación en una etapa temprana y evita la innecesaria y costosa coordinación y retrabajo del diseño en el sitio. Mostrar cómo los proyectos se construirán visualmente también es útil cuando se involucra con las partes interesadas, dando a todos una comprensión visual clara de las obras planificadas y cómo será la construcción terminada sin contratiempos.

Agregar información de secuencia puede ser extremadamente útil, no solo en la fase de diseño, sino también antes, lo que permite evaluar la viabilidad de los esquemas desde el principio. En la etapa de licitación, este tipo de información puede permitir que los conceptos iniciales sean explorados y comunicados para inspirar confianza en la capacidad del equipo para cumplir con el proyecto.

Es importante tener en cuenta que trabajar con información 4D no niega la necesidad de planificadores que continúen siendo parte integral del equipo del proyecto. En lugar de crear programas a medida que se desarrollan las propuestas, como es el caso en los flujos de trabajo tradicionales, en un flujo de trabajo digital los planificadores ahora pueden influir y dar forma a las propuestas desde una etapa mucho más temprana en un proyecto. De hecho, al estar más cerca del equipo de proyecto más amplio y proporcionar retroalimentación al inicio del proceso, existe la posibilidad de que los planificadores añadan un valor significativamente mayor a un proyecto de construcción.

Hacer uso de un modelo 4D nos genera las siguientes ventajas:

- Encontrar la mejor secuencia constructiva, mediante un seguimiento virtual de cada posible programación.
- Optimizar el uso del espacio en obra, lo cual generará aumento en la productividad
- Identificar riesgos durante la construcción
- Permitir un mejor seguimiento y control del cronograma que haya presentado mejor dinamismo.

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

- Realizar una mejor la logística de materiales y equipos lo cual no conllevará luego a una reducción de retrasos e inseguridad en obra.

Por lo anterior mencionado, se puede consolidar que el uso de modelos 4D nos ayuda a reducir la variabilidad que podamos presentar durante la etapa de construcción, optimizar el tiempo en los ciclos de producción, así como mejorar la confiabilidad de la programación del proyecto.

Otro gran avance de BIM como filosofía en la construcción es su capacidad de sumar esfuerzos junto a otras metodologías como Lean Construction.

Gracias a la aplicación de BIM, es posible obtener gran cantidad de iteraciones de sectorización en poco tiempo; ya que, la definición de sectores mediante parámetros genera gran cantidad de beneficios al momento de filtrar la información necesaria, desde el modelo virtual es posible obtener volúmenes de concreto por sectores y así controlar el avance del proyecto.

1.6.3 BIM 5D

Basarse en los componentes del modelo de información para poder extraer información de costos es precisamente lo que está en el corazón de la dimensión 5D.

Las consideraciones pueden incluir los costos de capital (los costos de compra e instalación de un componente), los costos de funcionamiento asociados y el costo de renovación/reemplazo en el futuro. Estos cálculos se pueden hacer sobre la base de los datos y la información asociada vinculada a componentes particulares dentro del modelo gráfico. Esta información permite a los administradores de costos extrapolar fácilmente las cantidades de un componente dado en un proyecto, aplicando tasas a esas cantidades, alcanzando así un costo general para la construcción.

Los beneficios de un enfoque de costos vinculado a un modelo incluyen la capacidad de ver fácilmente los costos en forma 3D, obtener notificaciones cuando se realizan cambios y el recuento automático de componentes/sistemas adjuntos a

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

un proyecto. Sin embargo, no solo los gerentes de costos pueden beneficiarse al considerar el costo como parte de su proceso BIM. Asumiendo la presencia de datos del programa 4D y una comprensión clara del valor de un contrato, puede hacer un seguimiento fácil de los gastos previstos y reales en el transcurso de un proyecto. Esto permite informes de costos regulares y presupuestos para garantizar que se realicen las eficiencias y que el proyecto en sí permanezca dentro de las tolerancias presupuestarias.

La precisión de cualquier cálculo de costos depende, por supuesto, de los datos producidos por múltiples equipos y compartidos dentro del entorno común de datos. Si esa información es inexacta, también lo serán los cálculos que dependan de ella. En este sentido, usar BIM para considerar el costo no es diferente de las formas de trabajo más tradicionales. Es por esta razón que los evaluadores y los estimadores de la cantidad todavía tienen un papel importante dentro de este proceso, no solo al verificar la exactitud de la información sino también al ayudar a interpretar y completar la omisión de información. Muchos elementos de un proyecto seguirán modelados en 2D o en absoluto. También es probable que haya diferencias entre los modelos sobre cómo se clasifican las cosas y el administrador de costos tendrá que aclarar y comprender las características comunes entre lo que al principio parecen cosas dispares.

Es probable que un modelo de información contenga tres tipos de cantidad. Las cantidades basadas en los componentes reales del modelo (con detalles visibles) que puede explorar a través del modelo son las más obvias. Las cantidades también pueden derivarse de componentes del modelo (como molduras alrededor de ventanas) que no siempre son visibles. El tercer tipo de cantidad son cantidades no modeladas (estas incluyen trabajos temporales, juntas de construcción, etc.). A menos que se modele la fase de construcción, el modelo de diseño mostrará gráficamente las cantidades de diseño, pero no las cantidades de construcción. Es probable que un gerente de costos sea experto en recoger las cantidades que no se basan únicamente en los componentes del modelo. Una de las ventajas de extrapolar el costo del modelo de información es el hecho de que los datos se pueden consultar en cualquier momento durante un proyecto y

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

la información que alimenta los informes de costos se actualiza regularmente. Este plan de costo "vivo" ayuda a los equipos a diseñar el presupuesto y porque los gerentes de costos participan desde el inicio de un proyecto, lo que permite un informe más rápido y preciso de los costos en las primeras etapas de un proyecto. Esto comparado con un enfoque tradicional donde el informe del gerente de costos puede actualizarse algunas veces durante las etapas iniciales de un proyecto, con los diseños completos solo con un costo total al final del proceso de diseño del equipo del proyecto.

La dimensión 5D beneficia de forma significativa a los profesionales y facilita el cálculo de cantidades de obra, esto es razonable ya que los modelos BIM representan una fuente de información acorde a su geometría, tienen asociados distintos parámetros de cantidades de materiales que pueden ser extraídos del modelo BIM, generando hojas de reporte de las principales partidas de un presupuesto reduciendo de manera considerable el tiempo, horas hombre, invertido en cuantificar de la forma tradicional.

Aunque actualmente la obtención de cantidades de materiales con BIM tiene muchas limitaciones por la necesidad de tener personas capacitadas en el uso de tecnologías. Ya existen diferentes autores que han ofrecido propuestas metodológicas para que este proceso sea estandarizado y pueda ser aplicado por las empresas del medio.

Con los avances tecnológicos actuales, es claro que el mayor valor de un gerente de costos en un proyecto constructivo radica en saber manejar perfectamente los modelos 5D, utilizando las herramientas electrónicas necesarias para la planificación de la obra y para proporcionar estimaciones detalladas de los costos en tiempo real, en la fase de construcción, un modelo BIM 5D permite mejorar de forma significativa la gestión de la información, esto con motivo de que la información se encuentra consolidada en una única base de datos digital; de esta forma se garantiza información compatible coherente y completa, situación que disminuye el riesgo de atraso por concepto de deficiencias en la gestión de la información.

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

Al tener toda la información del proyecto en una única base de datos digital, los modelos 5D permiten tener una integración y coherencia entre los actores involucrados en el proceso, a la vez que facilita la comunicación entre los mismos. La simulación de un modelo BIM 5D permite la interacción de las distintas disciplinas involucradas en un proyecto de construcción; por tanto, se presenta un ambiente propicio para que los profesionales de las distintas disciplinas brinden sus recomendaciones y sus observaciones para el proceso de construcción del proyecto.

1.6.4 BIM 6D

La sexta dimensión de BIM (en ocasiones llamada Green BIM o BIM verde), nos brinda la oportunidad de conocer cómo será el comportamiento del proyecto antes de que se tomen decisiones importantes y mucho antes de que comience la construcción.

Nos permite crear variaciones e iteraciones en la envolvente, los materiales utilizados, el tipo de combustible utilizado para enfriar/calentar el proyecto, teniendo en cuenta incluso su situación, su posición, su orientación y muchos aspectos más. Con respecto a la sustentabilidad se deduce que el desarrollo sostenible hace referencia al desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. En la actualidad y de acuerdo a la creciente preocupación por los temas medioambientales y teniendo en cuenta que el sector de la edificación consume el 40% de la energía mundial y es el encargado de producir la mitad de CO₂ emitido a la atmósfera, la creación de sistemas que puedan minimizar estos datos lleva consigo la reducción de impactos tanto económicos como sociales y permiten una mayor integración de la obra con su entorno minimizando las perturbaciones y alterando lo menos posible el funcionamiento de los ecosistemas de la zona.

El modelo BIM facilita el complejo proceso de análisis sostenible para una certificación “verde” e incorpora importantes factores del diseño sostenible., debido a que los elementos paramétricos del modelo presentan información de los materiales, con respecto a sus propiedades físicas, químicas, térmicas, acústicas,

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

eléctricas, etc. De esta manera, es posible obtener datos del comportamiento térmicos del edificio; análisis de energía, consumo de agua; estudio solar; análisis lumínico; análisis acústico; entre otros.

1.6.5 BIM 7 D

El Facility Management es un término utilizado para la gestión del proyecto post-ejecución. La post-ejecución del proyecto es la fase más duradera en el tiempo, aunque es de los campos menos desarrollado durante el ciclo de un proyecto de construcción. Si tomamos como ejemplo la construcción de un centro comercial podemos observar que la ejecución tomaría en promedio unos 2 años de construcción, mientras la etapa de funcionamiento duraría 50 años.

La necesidad de utilizar el BIM en la fase de operación tiene ventajas como una optimización en la distribución de espacios por cambio en el cambio de servicio, la gestión de subcontratista / proveedor de datos administración, mantenimientos de almacenes, el manejo de repuestos, el stock de recambios. Esto le permite al administrador de la edificación poder analizar diferentes posibilidades dentro de un solo modelo.

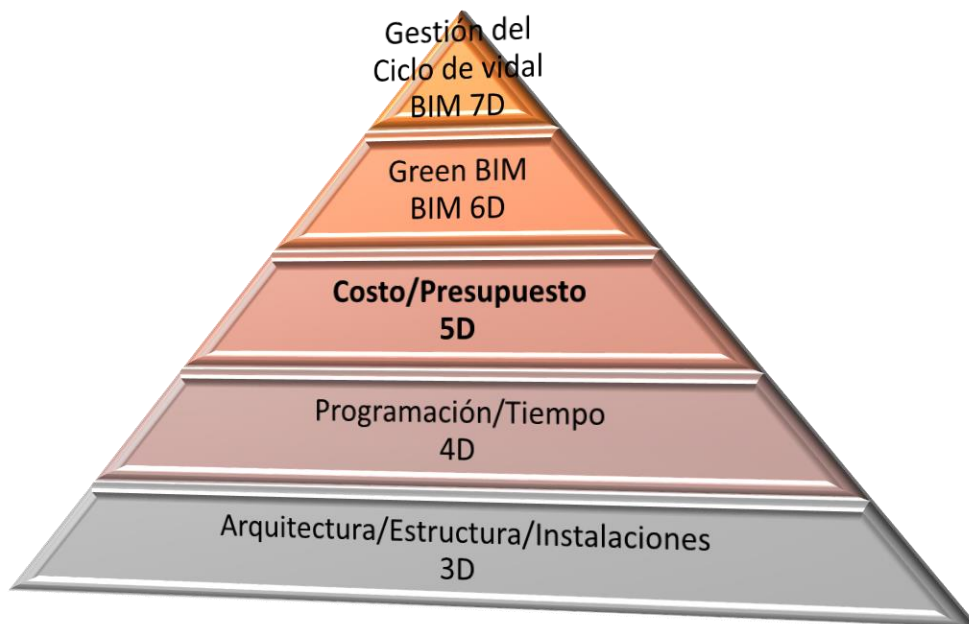


Figura 15 Dimensiones BIM

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

1.7 Ventajas de la Metodología BIM

Las ventajas del BIM respecto al método de trabajo tradicional son evidentes, enumeremos brevemente algunas de ellas:

- Las plataformas BIM actualizan automáticamente la información que es editada en cualquier parte del modelo. Esto quiere decir que si un elemento es modificado en una planta, se modifica automáticamente en las secciones, alzados y vistas 3D, igual que si se modifica una característica en un listado, cambia automáticamente en todo el proyecto. No hay posibilidad de error humano. La información siempre es coherente.
- Al trabajar todos los agentes sobre un único modelo, no hay posibilidad de pérdidas de información debidas a la descoordinación entre versiones que manejan los distintos profesionales.
- Al establecer este método de trabajo en paralelo, todos los agentes pueden plantear desde el principio las opciones que consideren más convenientes para el proyecto, implicando directamente a toda la organización. El proyecto se desarrolla en tiempo real de forma coordinada en un entorno colaborativo, siempre bajo la supervisión del cliente.
- El BIM permite disponer en todo momento de cualquier información que se requiera, tanto de diseño como técnica, de costos, plazos de ejecución, mantenimiento, etc. También permite hacer modificaciones en tiempo real que actualizarán automáticamente todos estos parámetros, aumentando el grado de personalización y adecuación del proyecto a las necesidades del cliente.
- Las tareas de facility management se vuelven mucho más eficientes, al tener toda la información real del activo bajo demanda.

Estas y otras ventajas tienen como resultado una optimización de todo el proceso de edificación y gestión de activos durante todo el ciclo de vida, que se vuelven

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

infinitamente más eficientes y cuyos costos y plazos de ejecución se reducen considerablemente.

Cualquier profesional relacionado con el proceso de edificación debería conocer y ser capaz de trabajar con BIM, de otra forma, quedará en clara desventaja frente a sus competidores.

Aunque podemos clasificar los distintos proyectos atendiendo a numerosos criterios, en rama de la Ingeniería Civil podemos enfocarnos a los de infraestructura como puentes, caminos, presas, casas habitación y edificación.

Para esta propuesta particularmente nos referiremos a los proyectos de edificación.

2 Etapas de un Proyecto en Modelado BIM

La capacidad BIM es la aptitud básica para realizar una tarea o prestar un servicio / producto BIM. Las etapas de capacidad BIM (o Etapas BIM) definen los **requisitos BIM mínimos** – los principales hitos que un equipo o una organización debe alcanzar durante la implementación de las tecnologías y los conceptos BIM. Es importante contar con un patrón de medida para establecer la capacidad BIM, porque permite una evaluación rápida, aunque ajustada de la aptitud de una organización para prestar servicios BIM.

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

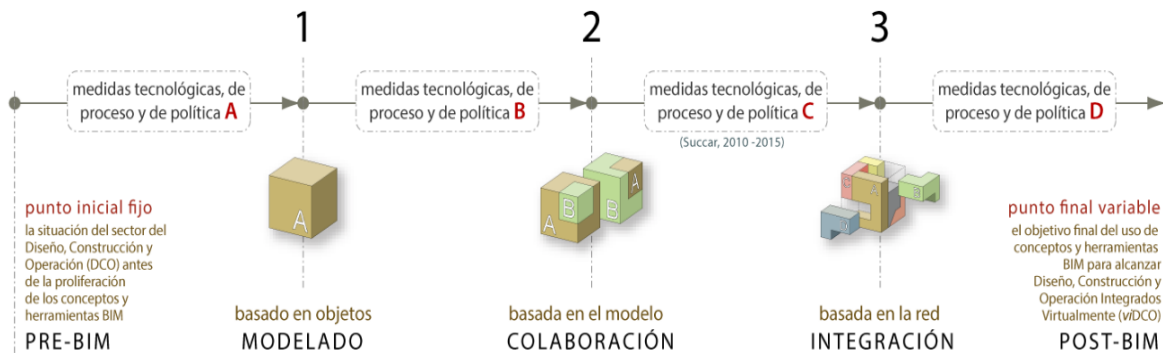


Figura 16 Etapas de un Proyecto en modelado BIM

Se debe tomar en cuenta que cada una de estas etapas se puede subdividir en pasos sucesivos. La diferencia entre 'etapas' y 'pasos' es que las etapas BIM son transformaciones o cambios radicales mientras que los Pasos BIM son cambios incrementales dentro de las primeras.

Estatus Pre-BIM: Se caracteriza por unas relaciones de confrontación debidas a acuerdos contractuales que fomentan la transferencia del riesgo y las interacciones sin coordinación. Pasando al lado de procesos, hay una enorme dependencia en la documentación 2D para describir la realidad 3D, con todos los problemas que conlleva. La comunicación entre los actores (stakeholders) es menos que la adecuada y los equipos de proyecto se desmantelan en cuanto los proyectos se llevan a cabo. La inversión en tecnología es baja y los traspasos de información sufren una grave falta de interoperabilidad entre aplicaciones de software.

Etapa BIM 1: Se inicia cuando se introduce una herramienta de software BIM en una organización. En la etapa BIM 1, los usuarios generan modelos unidisciplinarios en cualquiera de las tres fases del ciclo de vida del proyecto fase de diseño, fase de construcción o fase de operaciones.

Los entregables BIM en esta etapa incluyen modelos de diseño que se usan principalmente para automatizar la generación y coordinación de documentación 2D, visualizaciones 3D, exportación de datos básicos (listado de puertas,

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

volúmenes, costes de equipamiento, etc.) o modelos 3D poco pesados (DWF 3D, PDF 3D, NWD, etc.) que tienen atributos paramétricos no manipulables.

Las prácticas de colaboración en la etapa BIM 1 son similares al estado PRE-BIM y no hay intercambios significativos entre disciplinas basados en el modelo. el traspaso de datos entre las partes interesadas del proyecto es unidireccional y las comunicaciones continúan siendo asíncronas y disociadas.

Etapa BIM 2: En esta etapa los participantes en el proyecto colaboran activamente usando modelos multidisciplinares. La colaboración puede darse por varias vías técnicas, dependiendo de la elección de herramientas de software BIM de cada organización.

La colaboración basada en el modelo incluye el intercambio de modelos BIM o parte de ellos por medio de formatos propietario o no y puede darse en una o entre dos fases del ciclo de vida del proyecto. Los traspasos tipo de la etapa BIM 2 incluyen: el intercambio de modelos arquitectónicos y estructurales (que ocurre en la fase de diseño) o el intercambio entre modelos de estructura y de fabricación de estructura metálica (que se da entre la fase de diseño y fase de construcción).

En la etapa 2, los intercambios de modelo son en los dos sentidos (no hay un modelo integrado central para ser usado por todos) y algunos de los participantes del proyecto principales todavía pueden usar herramientas y flujos de trabajo PRE-BIM.

Etapa BIM 3: Los modelos integrados ricos en datos o modelos federados se crean, comparten y mantienen colaborativamente a lo largo de las tres fases del ciclo de vida del proyecto. En general esta integración se logra a través de tecnologías de modelo servidor que combinan modelos BIM realizados con varias herramientas de software BIM.

En la etapa BIM 3, los datos (no los formatos de fichero) se convierten en el centro del proceso de colaboración y los intercambios basados en modelo cambian de un escenario uno a uno a un escenario vario a varios.

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

La colaboración ya no sólo se limita a los consultores principales, sino que incluye a la mayoría del equipo de proyecto a lo largo de todas las fases del ciclo de vida del proyecto. El modelo integrado central se enlaza con repositorios de datos externos.

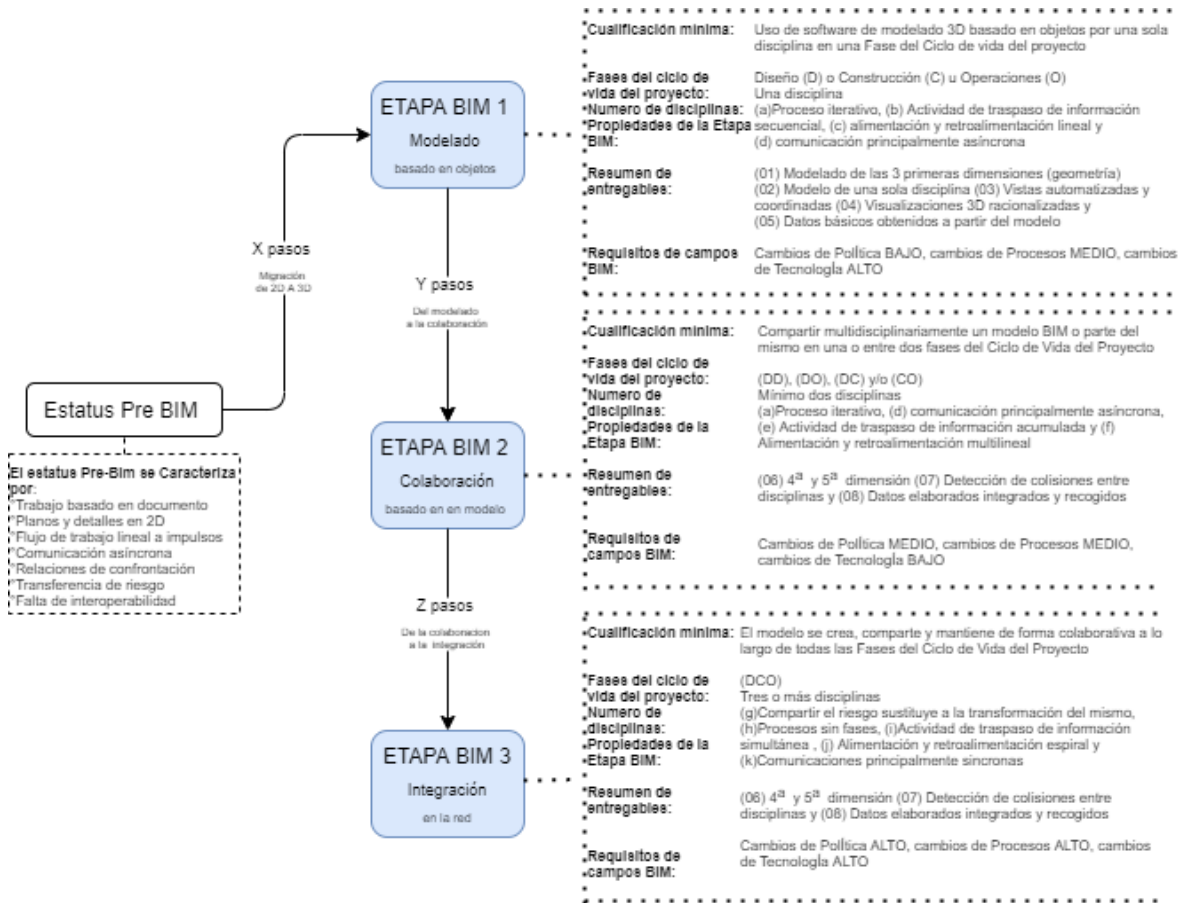


Figura 17 Etapas BIM versión resumida, Bilal Succar, noviembre 2007

Lo realmente interesante a propósito de todas estas etapas es que la infraestructura tecnológica necesaria existe actualmente o se está desarrollando. Si se habla de software, hardware y redes, estos aparecen y se desarrollan rápidamente. En cuanto a los procesos se está empezando a ver como las organizaciones se alían cada vez más y empujan los límites de dichos procesos. Sin embargo, los grandes ausentes son todavía los actores de la política ya que están siendo lentos en reaccionar y generar nuevas directivas, regulaciones, la protección de la responsabilidad y programas de educación necesarios para un progreso sistemático.

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

2.1 La Gerencia de Proyecto y el BIM

La gestión de la información consiste en brindar las condiciones necesarias para que exista interoperabilidad de información, de modo que la información pueda ser interpretada sin problemas por los entes que la solicitan (stakeholders).

En ese sentido, el **Building Information Modeling** (BIM) aparece como una metodología de trabajo colaborativa para la creación y gestión de un proyecto de construcción. Su objetivo es centralizar toda la información del proyecto (materiales, cálculos, costos, tiempo, etc.) en un modelo de información digital creado por todos sus agentes.



Figura 18 Involucrados en Proyectos BIM¹⁰

La influencia del BIM en el trabajo de la Gerencia de Proyecto es cada vez alta y brinda mayor confianza y seguridad. Desde las fases iniciales hasta la finalización del proyecto, los procesos y la metodología de trabajo propia del BIM permite a la

¹⁰ Ysmael Ormeño, Gerencia de Proyectos de Construcción en el entorno BIM, Ofician de Gestión de Proyectos (2016), Recuperado de <http://oficinadegestiondeproyectos.blogspot.com/2016/08/>

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

Gerencia de Proyecto ejercer de modo más eficaz el trabajo de coordinación y control, sobre cada uno de los sujetos implicados y las partes interesadas, orientándoles hacia el desarrollo de sus funciones de forma más interdependiente a partir de un sistema de información único y efectivo. El BIM ofrece un proceso de mejora para la Gerencia de Proyectos, así como un valor agregado al cliente en el ciclo de vida de la inversión, al aumentar la eficiencia operacional interna en su favor, al invalidar durante su ciclo de vida los compromisos del constructor con el propio cliente a través del cumplimiento de los contratos.

El BIM permite trabajar de una manera sostenible y eficiente, en un ambiente de trabajo que fortalezca la integración y disminuye considerablemente los costos de todo el proceso de ejecución del proyecto. Es la metodología que permite optimizar la inversión, desarrollar la simulación, la navegación y prevención del proyecto al adelantar la solución a los posibles problemas, evitar errores y reducir plazos de entrega del proyecto.

Para comprender mejor la metodología BIM desde la perspectiva de un gerente de proyectos, el ecosistema del proyecto debe ser entendido desde un nivel macro que se puede revisar en tres niveles:

1. **Requisitos del cliente:** El rol del gerente de proyecto en este nivel es crucial. Este documento establece los objetivos y los entregables BIM del proyecto, así como la forma de la dirección del mismo.
2. **Gestión de Proyecto:** El gerente de proyecto debe participar en el desarrollo del plan de ejecución BIM, los roles de trabajo y como se cumplirán con los requerimientos del cliente.
3. **Entrega de Proyecto:** El gerente de proyecto debe integrar todos los entregables de información del proyecto, incluyendo los modelos, dibujos, especificaciones, programaciones etc. Identificar las entregas, los procedimientos, protocolos y lineamientos. Con esto, el gerente de proyecto puede definir la vinculación con BIM

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

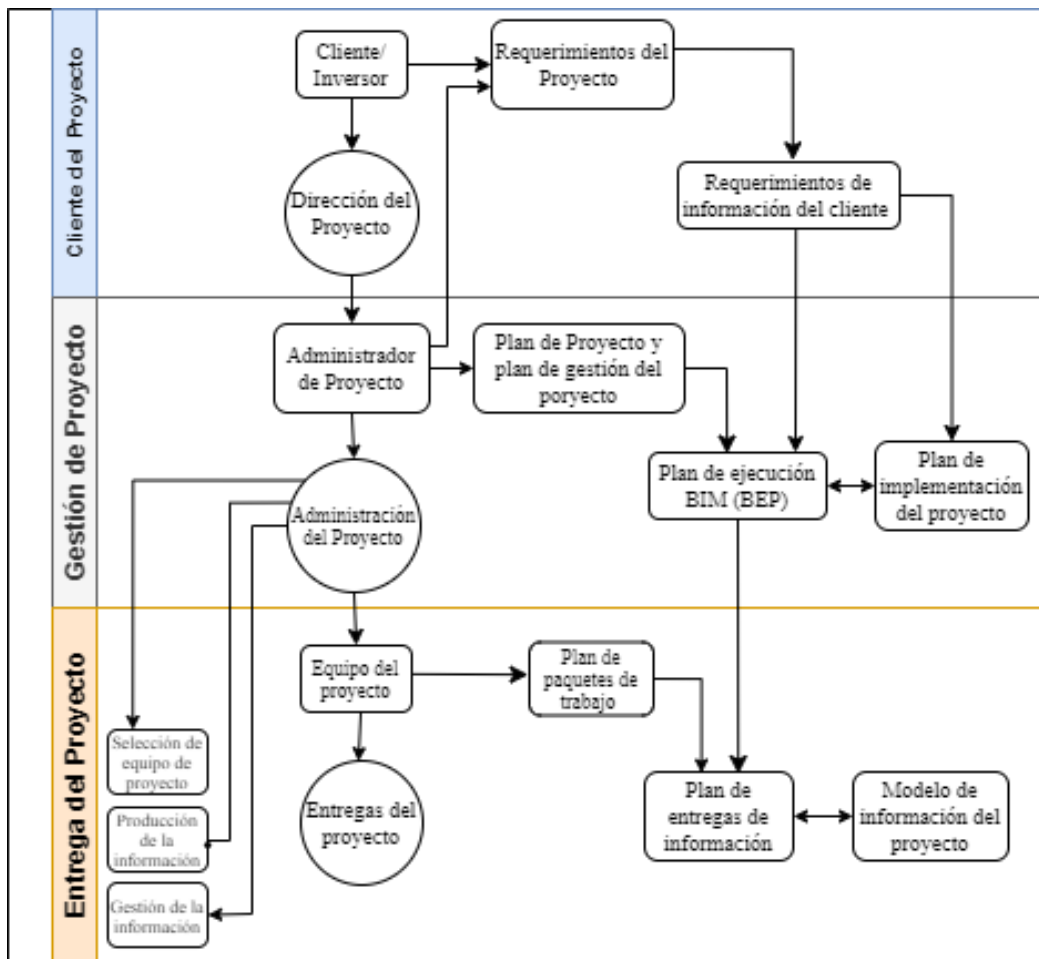


Figura 19 Niveles de un Proyecto

2.2 BIM Manager

Al implementar BIM a través de una estructura de trabajo significa desarrollar todo un proyecto. Se debe designar un director o **BIM Manager** (capacitado en Gerencia de Proyectos y herramientas BIM) el cual estará a cargo de un **BIM Team** con requisitos, definición de objetivos, estándares de trabajo, integración de información y documentación, plazos acordes al plazo de obra, administración de recursos tecnológicos y humanos, así como de los riesgos inherentes.

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

Esta situación puede ser difícil de lidiar en un primer intento y muchas veces hace que se abandonen los proyectos de implantación por lo que el BIM Manager, en un entorno de Gerencia de Proyecto y como estrategia generador de cambio, debe vencer la resistencia que significa para muchos pasar del CAD a un enfoque emergente como es la metodología BIM, apoyándose en las herramientas y técnicas vistas en el capítulo anterior.

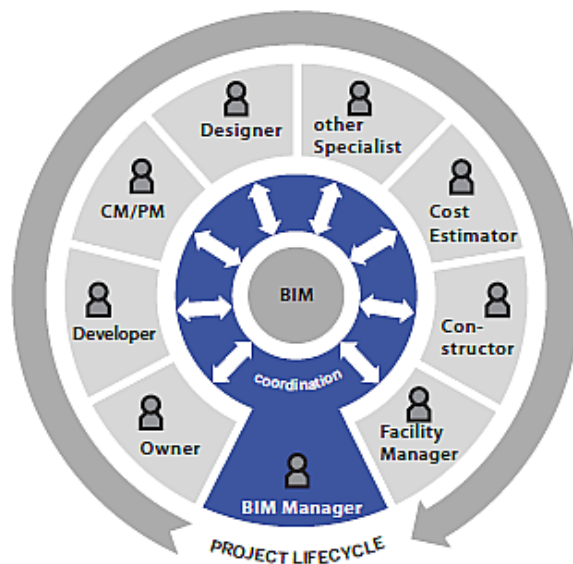


Figura 20 El BIM Manager¹¹

El BIM Manager dentro de un plan de trabajo (BEP¹²), debe cumplir con la responsabilidad de coordinar los usos de BIM en el proyecto, compartir actividades, control de calidad, toma de decisiones del modelo y sus documentos.

El **BIM Execution Plan** es el documento que identifica las tareas y responsabilidades de todas las partes que intervienen en el desarrollo del modelo de datos BIM en el flujo de trabajo del proyecto. Elaborar el **BIM Execution Plan** es la primera y máxima responsabilidad del BIM Manager y es así como las herramientas de la Dirección de Proyectos se sirven de la tecnología BIM.

¹¹ Roberty Grys, The BIM Manager 2.0, The BIM HUB (2015), Recuperado de https://thebimhub.com/2015/08/18/bim-manager-20/#.W_T7UehKjIV

¹² Plan de ejecución BIM por sus siglas en inglés

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

En este plan de ejecución se definen los usos apropiados para BIM (por ejemplo: diseño, planeación, programación del proyecto) a lo largo del ciclo de vida del proyecto. En la actualidad, no existe un único método para la aplicación de BIM, por lo que es importante el **BEP**, ya que determina de manera específica y particular las actividades y roles a desempeñar por los diferentes involucrados en cada proyecto.

El **BEP** debe ser elaborado en las primeras etapas del proyecto por un equipo de planificación. Este equipo debe de estar formado por los representantes principales de todos los miembros del equipo del proyecto, incluyendo al propietario, diseñadores, contratistas, ingenieros y el Gerente del Proyecto. Un plan de ejecución BIM debe abordar distintas categorías de información como las siguientes:

1. Información de Proyecto
 - Ubicación, descripción, sistema constructivo, especificaciones técnicas y características
2. Datos del contacto
 - Contacto de los responsables del Proyecto
3. Objetivos BIM
 - Se debe incluir el valor estratégico y específico para lo que se utilizara el BIM
4. Roles Organizacionales / Personal
 - Organigrama de los involucrados, roles y procesos de los encargados
5. Diseño del Proceso
 - Proceso de ejecución a través del uso de mapas de procesos del modo en el cual se va a crear y alimentar el modelo con todos los involucrados
6. Intercambio de información
 - Formatos de archivo de modelo para intercambio de información

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

7. Requerimientos del Facility

- Requerimiento del mantenimiento y exportación para administración del modelo

8. Procedimiento de Colaboración

- Esquema de trabajo entre los colaboradores, permisos de modificaciones, plataformas para transferencia de datos y publicación de información

9. Control de calidad

- Estrategias y procesos para seguir para garantizar una correcta auditoria de modelos en las etapas planteadas, proyectando siempre la mejor calidad

10. Infraestructura

- Hardware, software, sitio de ejecución requerido para la ejecución y modelado

11. Estructura de modelo

- Alcance que tendrá el modelo

12. Entregables

- Formato e información que debe de incluir los entregables

13. Estrategia de Entrega/Contratos

- Información a incluir dentro de los contratos para la participación en el proyecto

La gestión de cambios a plazo real en el proyecto permite la reducción de plazos y costos con una mayor calidad. Más allá de la planificación en 3D, el BIM permite vincular los datos de cada elemento del proyecto, de tal forma que cualquier cambio insignificante se realice de forma integral y colaborativa entre todos los participantes e interesados que intervienen. Ello permite no sólo la reducción de los costos, sino también el cumplimiento de los plazos de entrega que impone el cliente.

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

Además de la mejora de las perspectivas económicas, es una innovación tecnológica y de valores, que conlleva a una racionalización integral en la gestión de proyectos.

Plan maestro de entregas de información (MIDP): Este plan enlista todos los entregables de información del proyecto incluyendo modelos, dibujos, especificaciones, programaciones, etc. Además, identifica cuando deben ser preparadas las entregas, por quién, y los procedimientos y protocolos a utilizar. Con la ayuda del plan maestro de entregas de información, el gerente de proyecto puede definir la programación general del proyecto y su vinculación con los entregables BIM.

A nivel macro, el gerente del proyecto debe participar y habilitar estas actividades BIM en nombre del cliente o inversor del proyecto. Sin embargo, antes de que estas actividades se puedan realizar, el gerente del proyecto debe ayudar a formar un equipo con el conjunto de habilidades requeridas y el conocimiento BIM necesario. Una vez que el proyecto comienza, el gerente del proyecto también será responsable de coordinar la producción y los procesos de gestión de la información.

2.3 La metodología BIM y el PMBOK

2.3.1 Planificación en el ciclo de vida del Proyecto PMBOK

El proceso de la planificación en un proyecto es algo complejo, que se realiza durante todo el ciclo de vida y tiene sus variantes en cada etapa.

Plan Integral: Es un proceso, predominante, del área de integración de la metodología de PMBOK, que consiste en consolidar los resultados de todos los procesos de planificación involucrados en la fase organizativa de un proyecto, con el fin de obtener un documento coherente y consistente que se transforme en la ruta de tránsito durante la ejecución del proyecto.

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

Este documento se genera comenzando por una o varias reuniones que arranque o kick off meeting¹³, con los siguientes objetivos:

- Compartir los objetivos generales y específicos del proyecto, descrito en el documento aprobatorio.
- Iniciar el proceso de integración de los miembros del equipo.
- Definir el código de ética que guiara el comportamiento de los miembros del equipo.
- Identificar los posibles stakeholders del proyecto.
- Establecer prioridades del trabajo.

El plan integral está contemplado por la definición de los alcances, la planificación (tanto de tiempo, de los fondos, de la calidad, de los recursos humanos, de las comunicaciones, de la procura de materiales y equipos, de la identificación de los riesgos) y el desarrollo de las contingencias para afrontarlos.

Plan Detallado de las Actividades: Es la planificación que se realiza en el campo, en el momento cuando el individuo se enfrenta a la actividad y diseña un plan muy puntual que le ayude a realizarla mejor. Se debe realizar siempre y cuando el tiempo y el esfuerzo destinado a pesar antes de ejecutar es compensado por una eficiencia y una mejora a la hora de la ejecución, lo que hace que la planificación en una ejecución sea totalmente rentable. Dicha planificación suele partir de un plan integral y a partir de ese punto, se establecen las micro actividades específicas que no conviene predecir durante la etapa inicial del proyecto.

¹³ Término más usado dentro de las organizaciones para referirse a reuniones de arranque de proyectos.

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

Replanificación: Es un proceso de planificación más formal que se realiza cuando, al ejecutar los procesos de control, se observa que la diferencia entre lo deseado según el plan y la realidad es lo suficientemente importante como para justificar un nuevo camino, que sea más eficiente en sus objetivos de llegar a la meta impuesta para el proyecto. La replanificación hace que un plan integral inicial quede obsoleto y entre en vigencia un nuevo esquema de trabajo.

Es conveniente tener un plan integral para la ejecución del proyecto, pero se tiene que tener en cuenta que a medida que avanza pueden haber influencias internas o externas que obliguen a desviar el proyecto; para esto se debe tener un proceso de control que ayuda a determinar las desviaciones y establecer las acciones para volver al sendero correcto; sin embargo, si la desviación es significativa, es necesario trazar un nuevo camino, que sea más eficiente en su objetivo para alcanzar la meta final.

Otra de las razones para replanificar tiene que ver con el alcance del proyecto el cual puede cambiar de tal forma que el punto al que hay que llegar es diferente al originalmente concebido. El proceso de replanificación implica emprender cambios importantes en el proyecto, por lo cual se puede generar inestabilidad y discordia entre las acciones, también el replanificar muy a menudo puede generar confusiones y caos.

2.3.1.1 Procesos de planificación en proyectos

Se debe realizar una serie de procesos para hacer una planificación efectiva, se debe considerar como básico (para delimitar las actividades, el tiempo y el costo del proyecto), y unos procesos de soporte que completan el estudio (para obtener un plan coherente e integrado para la ejecución).

En materia de planificación, el área del manejo del alcance cuenta con tres grandes procesos:

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

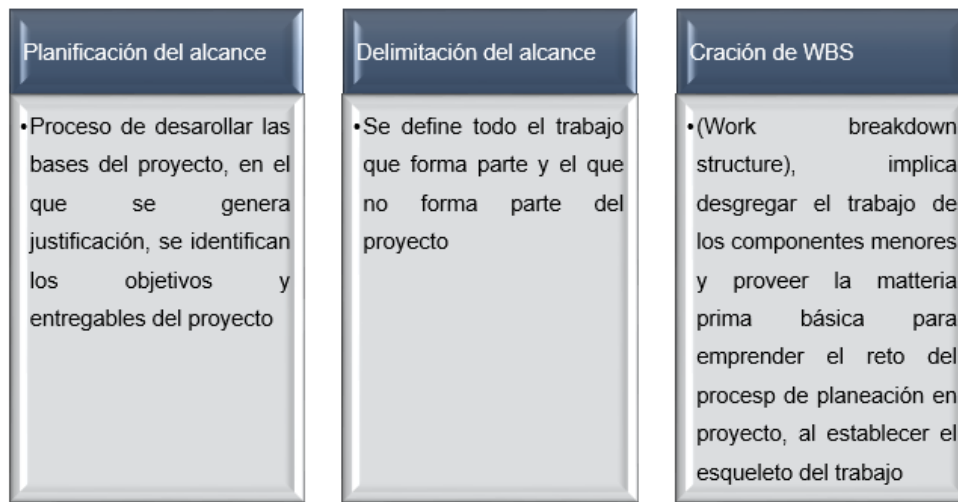


Figura 21 Procesos de alcance

En el área del manejo del tiempo, se distinguen los siguientes procesos:

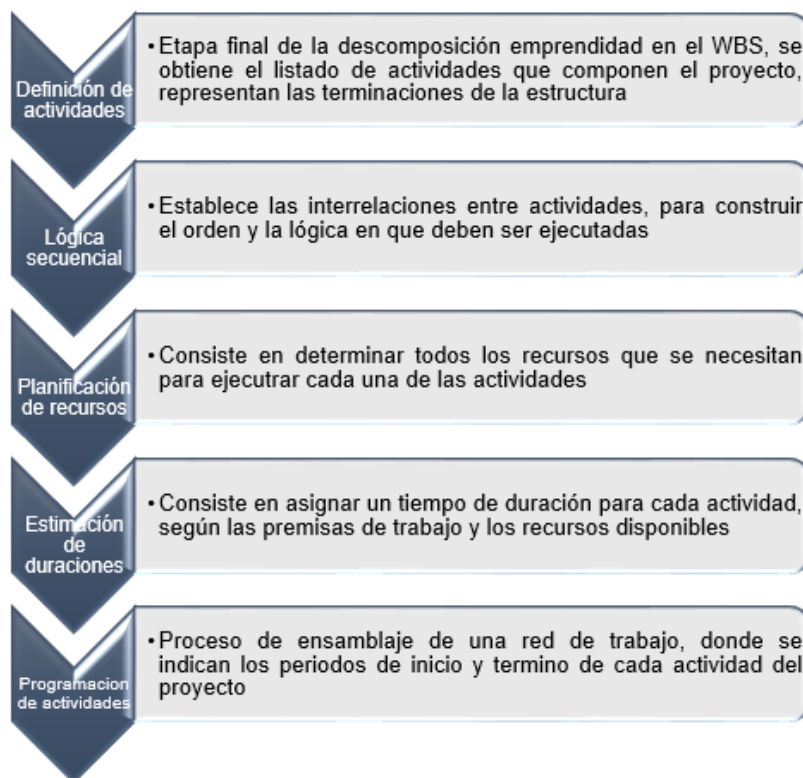


Figura 22 Procesos de tiempo

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

En el área de manejo de los costos, se distinguen los procesos de estimación de costos y la preparación del presupuesto, de la siguiente forma:

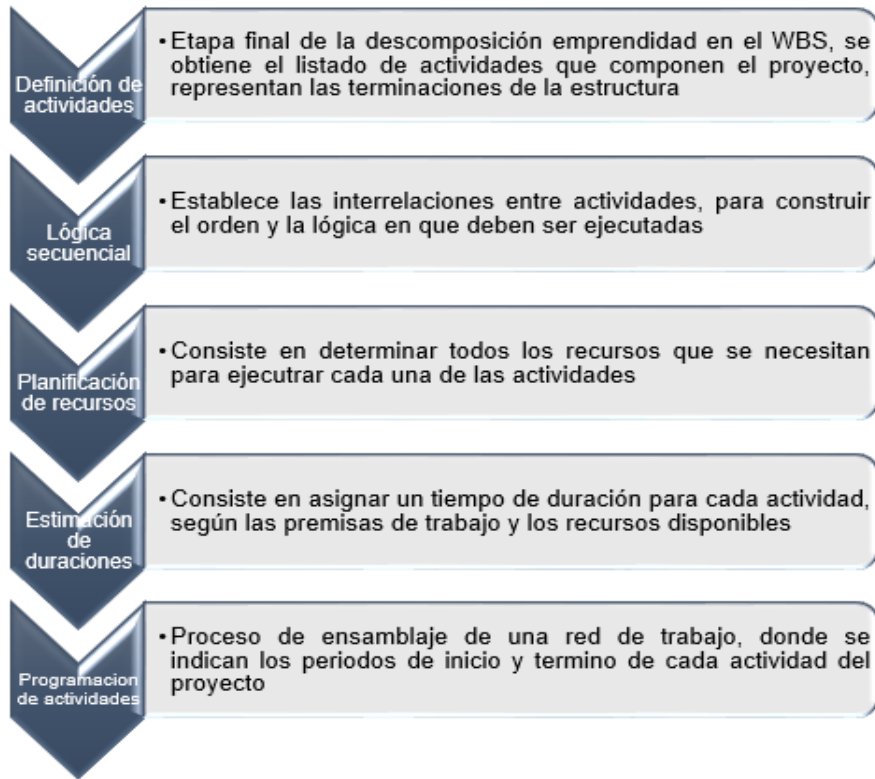


Figura 23 Proceso de costos

En el área de manejo de los costos, se distinguen los procesos de estimación de costos y la preparación del presupuesto, de la siguiente forma:

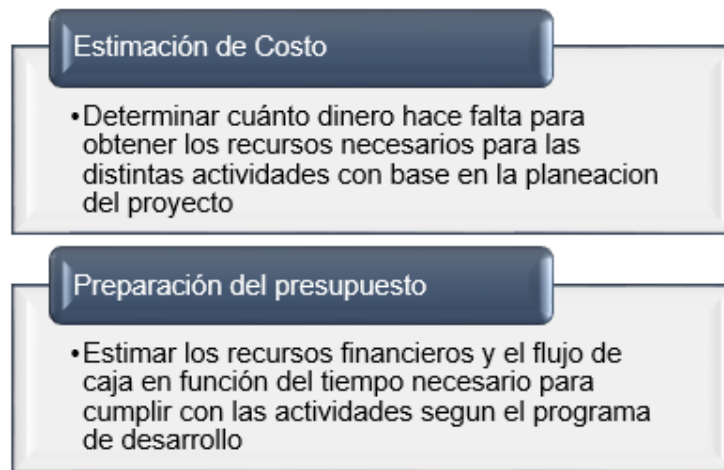


Figura 24 Proceso de costo

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

2.3.1.2 *El BIM y el PMBOK*

La aplicación del BIM beneficia tangencialmente las áreas de conocimiento y sus procesos tal como los conocemos a través del PMBOK:

1. Gestión de la integración. Quizá el área medular donde se concentran todos los esfuerzos por identificar, definir, combinar, unificar y coordinar los diversos procesos. BIM es una herramienta de integración. Dirigir y gestionar la ejecución, monitorear y controlar el trabajo y sobre todo reducir el costo de control integrado de cambios es más eficiente gracias a la temprana detección de errores.

2. Gestión del alcance. El alcance del proyecto y todo el trabajo requerido para lograrlo es visualizado plenamente por todos los involucrados en el inicio a través de diferentes formas de inmersión. Nuevas formas de contratación y requisitos son requeridas por sectores públicos y privados.

3. Gestión del tiempo. Se alcanza una optimización de recursos y tiempos para las actividades de obra en un orden verdaderamente lógico y asegurando terminar el proyecto en plazos más realistas. La programación de obra se puede realizar mucho antes incluyendo las modificaciones que se plantea la constructora durante la licitación. El control puede hacerse con policías BIM que verifiquen que todo esté realmente ejecutado como se planificó a través del uso de dispositivos portátiles como iPads.

4. Gestión de los costos. Cuando BIM interviene desde la preparación de las propuestas en licitaciones se puede estimar, presupuestar y controlar los costos de modo que se complete el proyecto dentro del presupuesto aprobado.

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

5. Gestión de la calidad BIM ayuda a visualizar claramente el proyecto, aumentando la satisfacción del cliente.

6. Gestión de los recursos humanos. Tal vez inicialmente sea difícil pero finalmente desarrollar y dirigir un equipo en materia de BIM es beneficioso para todos. BIM permite el trabajo colaborativo desde el principio, pero el equipo debe formarse y capacitarse en las plataformas de software, tanto en la empresa como en la obra misma, alcanzándose una mejor coordinación y colaboración entre los distintos profesionales que intervienen en el diseño, y la mejora de la planificación y gestión del proyecto. BIM forja relaciones de trabajo más estrechas entre todas las partes (arquitectos, ingenieros estructurales, consultores y contratistas) desde el principio. Todos los involucrados en el proceso de diseño, especificación y construcción tienen una comprensión más clara de cómo es el diseño del edificio, y de los condicionantes y requisitos que les afecta.

7. Gestión de las comunicaciones. Toda la generación, la recopilación, la distribución, el almacenamiento, la recuperación y la disposición final de la información del proyecto es posible hacerla por medios virtuales. BIM también es en sí misma una herramienta de comunicación.

8. Gestión de los riesgos. BIM permite descubrir cualquier problema potencial de una forma temprana antes de que comience la construcción, reduciendo así significativamente los conflictos en campo. La mayor parte de los riesgos operativos y de seguridad en obra son cubiertos anticipadamente mediante la identificación, el análisis, la planificación de respuesta a los riesgos, así como su monitoreo y control en un proyecto. Con la disponibilidad de mayores datos pueden ser capaces de tomar mejores decisiones.

9. Gestión de las adquisiciones. Los procesos de adquisición de productos, servicios o resultados están enlazados con el programa de obra. Para las

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

constructoras, una vez en obra, se les facilita entender qué productos necesitan ser entregados e instalados primero.

10. Gestión de los interesados: Un plan de desarrollo BIM parte de identificar a las personas, grupos u organizaciones que pueden afectar o ser afectados por el proyecto. BIM puede servir para gestionar y hasta controlar las expectativas de los interesados y su impacto en el proyecto. Sponsors, promotores, concededores de las ventajas se involucran cada vez más y se puede ver a los diferentes equipos como diseño, contratación, construcción y operaciones interactuando en un medio BIMteractivo.

Los procesos de la dirección de proyectos se agrupan en 5 categorías conocidas como Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos, los cuales se definen a continuación.

a) El grupo de procesos de iniciación. Aquellos procesos realizados para definir un nuevo proyecto o una nueva fase de un proyecto ya existente, mediante la obtención de la autorización para comenzar dicho proyecto o fase.

b) El grupo de procesos de planificación. Aquellos procesos requeridos para establecer el alcance del proyecto, refinar los objetivos y definir el curso de acción necesario para alcanzar los objetivos para cuyo logro se emprendió el proyecto.

c) El grupo de procesos de ejecución. Aquellos procesos realizados para completar el trabajo definido en el plan para la dirección del proyecto a fin de cumplir con las especificaciones de este.

d) El grupo de procesos de seguimiento y control. Aquellos procesos requeridos para dar seguimiento, analizar y regular el progreso y el desempeño del proyecto, para identificar áreas en las que el plan requiera cambios y para iniciar los cambios correspondientes.

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

e) El grupo de procesos de cierre. Aquellos procesos realizados para finalizar todas las actividades a través de todos los grupos de procesos, a fin de cerrar formalmente el proyecto o una fase de este.

Una verdadera asociación entre BIM y la dirección integrada de proyectos influirá en la configuración del equipo del proyecto, cómo se escriben los contratos, cómo se comparte el riesgo, cómo se toman las decisiones, y las herramientas que se utilizan para comunicar información. En definitiva, integrar BIM a los proyectos, no sólo es un instrumento de gestión de la complejidad del diseño, sino que sirve para gestionar los riesgos durante la construcción y post-construcción.

El principal desafío está en gestionar y vencer la resistencia al cambio, tal como lo hicimos alguna vez cuando migramos del tablero de dibujo a la herramienta CAD, hoy en día es inminente dar el gran salto y beneficiarnos de la nueva metodología y filosofía de BIM.

2.4 Metodología de trabajo del BIM

La planificación de un programa de obra, para la construcción de un proyecto de edificación, resulta una labor compleja, debido a la enorme cantidad de los elementos de construcción, la mano de obra y los equipos requeridos para la ejecución de las actividades de la obra y el gran volumen de información de un proyecto de construcción, entre otros.

Las principales disciplinas profesionales que brindan servicios especializados de gestión de costos de proyectos en todo el mundo son Ingenieros de costos, topógrafos, economistas de la construcción y gerentes de proyectos.

El BIM y las tecnologías de cantidades automatizadas brindan oportunidades y retos para la profesión de gestión de costos del proyecto. A medida que la cuantificación se vuelve cada vez más automatizada junto con los modelos de desarrollo BIM, el rol del administrador de costos del proyecto consiste en la necesidad de adaptarse

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

en consecuencia para proporcionar servicios más sofisticados de gestión de costos que incorporen tiempo 4D y modelado de costos 5D, compartir la información / datos de costos con el equipo del proyecto como parte del enfoque de entrega integrada del proyecto BIM.

La metodología para la elaboración de un modelo BIM en su etapa de planeación, parte de la base de una estructura detallada de trabajo donde se encuentran los parámetros costo, tiempo y calidad:

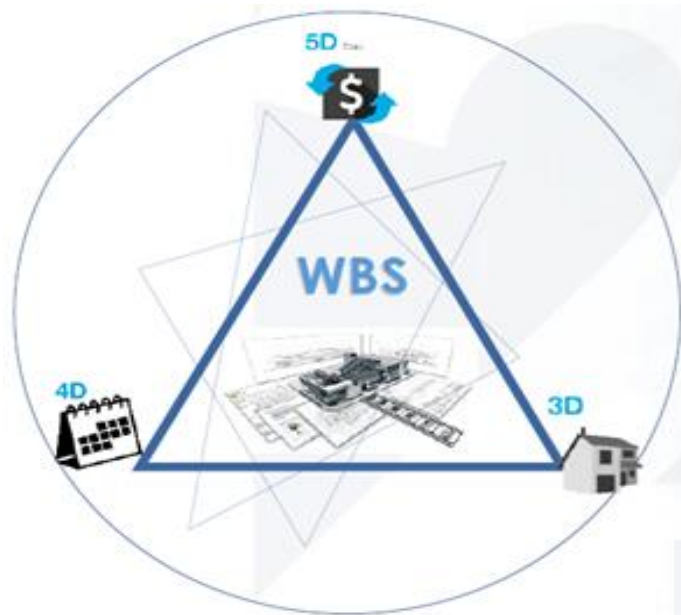


Figura 25 Estructura detalla de trabajo

La importancia de la precisión en la estimación de costos durante las primeras etapas de los proyectos de construcción ha sido ampliamente reconocida. En el pasado, la estimación de costos de materiales de construcción basados en la experiencia del usuario es esencial, pues la estimación de costos es la predicción del costo de un proceso o proyecto que utiliza la experiencia o la metodología tradicional de presupuestación. La estimación de costos es muy importante para la toma de decisiones, como la estimación inexacta puede conducir a costos desastroso invadido y el retraso del proyecto. La estimación inicial del proyecto

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

representa un factor importante en las decisiones de las unidades de negocio y con frecuencia se convierte en la base para la financiación definitiva de un proyecto. A pesar de la gran importancia que se da al costo estimación, no es ni simple ni sencilla debido a la deficiencia de la información en las primeras etapas del proyecto. Tal brecha en la información puede ser puenteadada hasta un modelo BIM 5D para una mejor financiación de proyectos y de control de flujo de efectivo. La integración del costo y el tiempo de desarrollo de hace algunos unos años se encuentra actualmente en un avance rápido.

A partir de esta estructura y con estándares establecidos podemos establecer una estructura de costos para la metodología de trabajo llegando hasta BIM 5D:

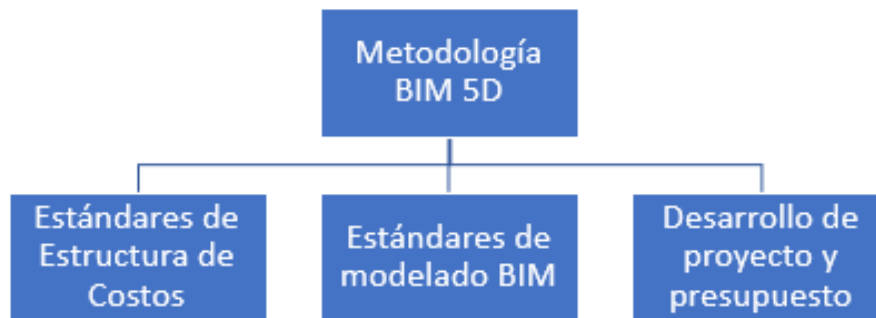


Figura 26 Estándares de la Metodología BIM 5D

Una vez establecido los estándares de trabajo se procede a establecer la metodología a emplear en el desarrollo de esta, como se muestra a continuación:

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

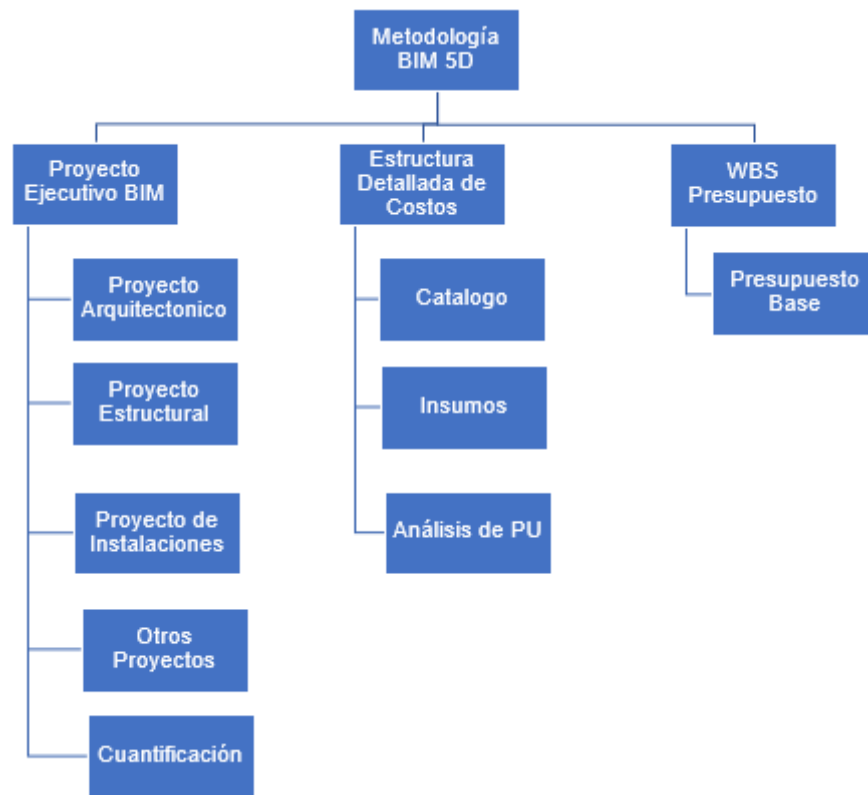


Figura 27 Metodología de trabajo para BIM 5D

BIM es la nueva herramienta de control de Gerencia de Proyecto y brinda facilidad a la simulación, la colaboración, la optimización y la comunicación durante todo el proceso de proyecto, construcción y explotación y habilita reducir considerablemente el riesgo de la inversión asesorando al cliente durante el ciclo de vida de la inversión, desde sus ideas conceptuales hasta la vida útil de la inversión.

Entre los objetivos de la metodología del BIM 5D están:

1. Transmitir los principios de la metodología BIM 5D, saber aplicarla y poder transmitirla a los especialistas comprometidos con el desarrollo de la gestión de proyectos.

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

2. Dotar al especialista del potencial para emplear con criterio y coherencia un amplio abanico de instrumentos específicos para el modelado y análisis de modelos BIM 5D.
3. Crear profesionales - BIM Managers - que sean capaces de implementar y gestionar procesos de innovación con entornos y herramientas de última generación.
4. Fomentar una actitud proactiva y crítica hacia el BIM que les permita adaptarse a la evolución y cambios del sector. Construcción industrializada, Lean Construction, Proyecto Integral.
5. Mejorar la competitividad de los profesionales del sector.
6. Promover la creación de nuevos modelos de negocio, fomentando el carácter emprendedor de los futuros profesionales del BIM.

El BIM permite trabajar de una manera sostenible y eficiente, en un ambiente de trabajo que fortaleza la integración y disminuye considerablemente los costos de todo el proceso de ejecución del proyecto. Es la metodología que permite optimizar la inversión, desarrollar la simulación, la navegación y prevención del proyecto anticipando los posibles problemas, evitar errores y reducir plazos de entrega del proyecto.

La gestión de cambios a plazo real en el proyecto permite la reducción de plazos y costos con una mayor calidad. Más allá de la planificación en 3D, el BIM permite vincular los datos de cada elemento del proyecto, de forma que cualquier cambio insignificante se realice de forma integral y colaborativa entre todos los participantes e interesados que intervienen. Ello permite no sólo reducción de los costos, sino también el cumplimiento con los plazos de entrega que impone el cliente.

Además de la mejora de las perspectivas económicas, es una innovación tecnológica y de valores, que conlleva una racionalización integral en la gestión de proyectos.

3 Proyectos de edificación

En el desarrollo de los proyectos de edificación, son múltiples y diversos los agentes, disciplinas y procedimientos que intervienen. Cada uno con sus responsabilidades, características y peculiaridades.

Entre los diferentes agentes y procesos existen interdependencias y vinculaciones que condicionan ineludiblemente la evolución del proyecto en aspectos diversos. Ello requiere de una gestión integral del proceso que dé como resultado el planeamiento, el control, la coordinación y la colaboración entre los distintos procesos y agentes implicados.

Por otra parte, el proyecto está en continua evolución durante su desarrollo, debido a cambios introducidos en el mismo por múltiples factores; urbanísticos, comerciales, técnicos, etc. El control del cambio requiere en tal caso una gestión continua por parte del Gerente del Proyecto.

Todo esto, unido a una constante evolución del sector, en el que los márgenes se han reducido considerablemente, requiere del Gerente un mayor compromiso, lo que lleva a la instauración progresiva del sistema de gestión administrativa de la construcción.

3.1 Proyecto de ingeniería.

El detonante del desarrollo de un proyecto es siempre la **necesidad**. En este sentido, el proyecto de ingeniería no puede ser menos. La necesidad suele ser a veces un aspecto difícil de descubrir, en tanto que las necesidades en ocasiones se tienen, y en ocasiones se crean. La necesidad es el origen del proyecto, siendo, quizá lo más interesante del proyecto su desarrollo, que es el conjunto de elementos que le van dando forma.

Las actividades que van configurando el proyecto son:

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

Toma de decisiones: En el desarrollo de cualquier proyecto, sea o no de ingeniería las alternativas y variantes son constantes. Un correcto análisis de ventajas e inconvenientes (realizados con herramientas y técnicas vistas en el primero capítulo) debe desencadenar una decisión que en el mejor de los casos será un compromiso entre todas las alternativas posibles, y que con toda seguridad condicionará el resultado final del proyecto.

Iteraciones: El análisis de las alternativas va mostrando las ventajas e inconvenientes de las diferentes alternativas que a su vez enriquecen las alternativas restantes. En diferentes procesos de retro alimentación surgen alternativas nuevas que finalmente son mejores para el proyecto que ninguna de las originales.

Compensación de recursos: Todo proyecto para su desarrollo necesita recursos humanos y no humanos para su desarrollo. A lo largo del mismo, y fundamentalmente por consideraciones de tiempo y otras, suele ser habitual permutar unos recursos por otros con el objetivo establecido del proyecto.

Afectación por entorno: Crecientemente, con la personalización de los productos y los proyectos en general, la adecuación al entorno es más una necesidad que un deseo. Adaptar un proyecto genérico a un entorno concreto es una tarea que cada vez ocupa a más ingenieros, y no es una labor sencilla.

3.2 Gestión de recursos.

Cuanto más largo y complejo sea el proyecto, más tiempo se debe dedicar a su planeación. El principal propósito de la planeación es dividir los objetivos extensos del contrato en tareas manejables.

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

Un buen plan de trabajo no es un informe sino una recopilación de tablas y figuras, que pueden ser usados como documentos de referencia inmediata a lo largo de todo proyecto.

Muchos proyectos son definidos durante la preparación de la propuesta. Esta definición debe contener suficientes detalles para describir cómo será realizado el proyecto y los fundamentos del precio propuesto y de la programación.

Después de tener elaborada la planeación de la obra, se procede a realizar la programación que le será. Puede entenderse como programación a la elaboración de una red o diagrama en el que se esquematicen todas las actividades en las que se divide el proyecto, especificar el tipo de relación entre una y otra obra, así como la duración de estas. Con tal programación se deberá obtener el tiempo estimado lo más preciso posible de terminación del proyecto.

Tanto la planeación como la programación de una obra se realizan antes de comenzar el proyecto y son herramientas importantes para poder controlar el mismo. Aunque a veces es necesario reprogramar y replantear.

El control de una obra consiste en medir, registrar y controlar continuamente el avance de los trabajos realizados y por realizar contra lo estimado en la programación del proyecto. Esto se refiere al proceso continuo que le permite al gerente de proyectos prever y corregir los posibles cambios en cuanto a la magnitud de la obra, probables problemas presentes o que se pudieren presentar y por ende cambios en su costo y tiempo de terminación.

En un proyecto de construcción se emplean múltiples y heterogéneas tecnologías de la información, además de expertos en áreas multidisciplinarias. En la medida en que el número de fuentes de información aumenta, el volumen de información es mayor. En el desarrollo de las fases de un proyecto de construcción (planeación, diseño, construcción, operación, etc.), se genera un gran volumen de información.

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

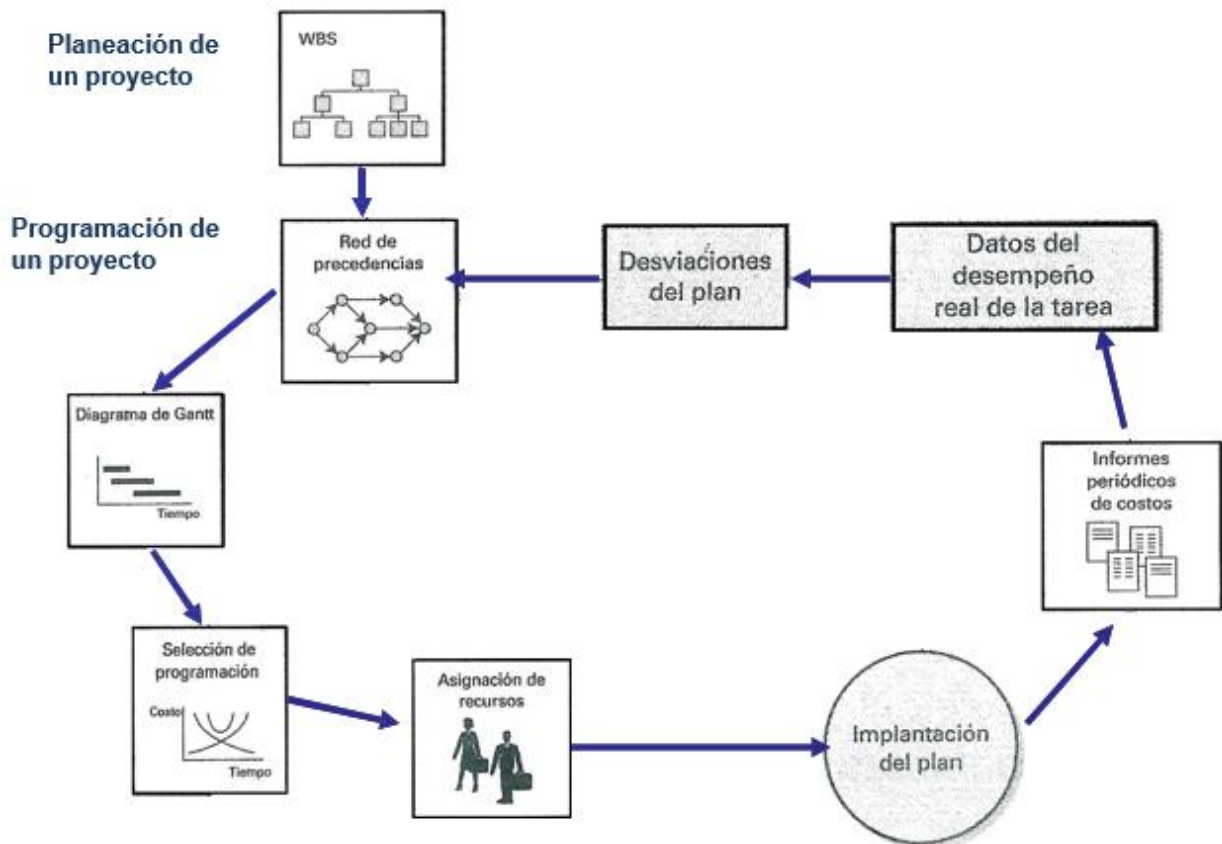


Figura 28 Ciclo de vida de un Proyecto

4 Normatividad

Las certificaciones, estándares y normas internacionales son buenas referencias para la industria de la construcción mexicana, pero en muchos casos no son aplicables en nuestro país y se convierten en simples adaptaciones caras y poco prácticas, por lo que es necesario diseñar nuestras propias normas.

Es por este motivo que muchos países del mundo han implementado mandatos BIM para los nuevos proyectos de construcción y otros tantos se encuentran en proceso de implementar nuevas tecnologías para planear, diseñar, construir, operar y mantener sus activos de mejor manera.

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

Un mandato BIM es una estrategia gubernamental para desarrollar estándares nacionales que garanticen información consistente para mejorar la eficiencia en calidad y costos de los proyectos. Esto ayuda a la presentación y almacenamiento de la información clave del proyecto, así como la entrega de documentación y datos de manera electrónica como mínimo.

La metodología BIM ofrece una manera más organizada de colaboración durante las distintas etapas de un proyecto, así como mejor comunicación con los involucrados en el mismo. Por lo tanto, los resultados de su implementación generan mayor transparencia y precisión en los costos y tiempos de los proyectos.

4.1 Norma y Guías

La normalización o estandarización tiene como objetivo la elaboración de una serie de especificaciones técnicas (normas) que son utilizadas de modo voluntario. Se define norma como “la especificación técnica de aplicación repetitiva o continuada cuya observancia no es obligatoria, establecida con participación de todas las partes interesadas, que aprueba un Organismo reconocido, a nivel nacional o internacional, por su actividad normativa”

En la actualidad no existe una norma BIM aplicables para todo el mundo, pero los países desarrollados Muchos de estos países ya han implementado mandatos BIM para los nuevos proyectos de construcción y el resto están en proceso de implementar nuevas tecnologías para planear, diseñar, construir, operar y mantener sus activos de mejor manera.

Las certificaciones, estándares y normas internacionales son buenas referencias para la industria de la construcción mexicana, pero en muchos casos no son aplicables en nuestro país y terminan por convertirse en adaptaciones caras y poco prácticas, por lo que es necesario diseñar nuestras propias normas.

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

Los trabajos de normalización del modelo BIM a nivel internacional están a cargo del Subcomité ISO/TC 59/SC 13, *Edificación y obra civil. Organización de la información de los trabajos de construcción*. Los objetivos de este Subcomité son, principalmente, la normalización del BIM para permitir el intercambio de información de todo tipo, a lo largo de la vida del proyecto, y entre todas las entidades que participen en el proceso.

ISO/TC 59/SC 3

- Requisito funcional del usuario para el rendimiento de la construcción de edificios

ISO/TC 59/SC 14

- Planificación de la vida útil utilizando el sistema BIM

ISO/TC 10/SC 1

- Basada en la documentación técnica

ISO/TC184/SC 4

- Especificación técnica, integración de todos los procesos de planeación durante la vida útil del proyecto

ISO/TC 204

- Sistemas de transportes inteligentes

ISO/TC 211

- Basada en el uso de la información geográfica

Los estándares bajo la responsabilidad del ISO/TC 59/SC 13 son los siguientes:

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

ISO/TS 12911:2012

- Marco de referencia el modelado BIM

ISO 16757-1:2015

- Estructura de datos para catálogos de productos electrónicos para la construcción PARTE 1: Conceptos, Arquitectura y Modelo

ISO 12006-2:2015

- Construcción de edificios, organización de información sobre trabajos de construcción PARTE 2: Marco para la clasificación

ISO 12006-3:2007

- Construcción de edificios, organización de información sobre trabajos de construcción PARTE 3: Marco para la orientación dirigidas a objetos de información

ISO 16354:2013

- Directrices para bibliotecas de conocimiento y bibliotecas de objetos

ISO 22263:2008

- Organización de información sobre obras de construcción

ISO 29481-1:2016

- Manual de entrega de información PARTE 1: Metodología y formato

ISO 29481-2:2012

- Manual de entrega de información PARTE 1: Marco de interacción

El BIM es una metodología de trabajo universal, por lo tanto, otros órganos técnicos de ISO se desarrollan en base a proyectos BIM directa e indirectamente, algunas de las principales normas aplicadas al sistema BIM son las siguientes:

4.2 Norma en México

En cuanto a materia de normatividad México se encuentra rezagado ya que la metodología BIM no representa ni el 5% del total de los proyectos del total del país, que es utilizado como materia prima.

Sin embargo, los primeros que dieron un paso por la industria fue la fundación de la industria de la construcción (FIT) está coordinando los trabajos a fin de tener una norma (NMXBIM). La primera en Latinoamérica dio origen al grupo interdisciplinario BIM FORUM MÉXICO, un grupo de trabajo que integra los principales grupos del sector de la construcción a fin de desarrollar una industria del BIM más competitiva con respecto al entorno internacional.

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

La adopción de esta plataforma apuesta por el desarrollo y mejora su competitividad de los diferentes sectores de la industria en México.

La estructura de las Normas Internacionales para el BIM está madurando cada vez más, lo que crea una oportunidad para que México cree procesos comunes para el BIM informados mediante soluciones probadas y comprobadas.

A corto plazo es posible realizar proyectos de construcción con el uso de BIM bajo normas que actualmente ya están en proceso de creación. La primera norma BIM en México fue creada por la Industria de la Construcción nombrada como NMX - 000-11-2015 modelo de información para la Construcción, la cual establece las especificaciones para implementar el modelo de la información en proyectos a través de la elaboración y seguimiento de un plan de ejecución.

Esta norma mexicana es aplicable a proyectos que implementen el modelado de información ya sea de una edificación, infraestructura, públicos o privados y en cualquier etapa del ciclo de vida de una construcción.

Para el año 2017 el Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, S.C. (ONNCCE), a través de un comisionamiento fue aprobada por el "Comité Técnico de Normalización de Productos, Sistemas y Servicios para la Construcción", la norma **NMX-C-527-1-ONNCCE-2017**, con título "Industria de la Construcción - Modelado de Información de la Construcción- Especificaciones - Parte 1: Plan de Ejecución para Proyectos".

El objetivo de esta Norma es establecer las especificaciones para implementar el Modelado de Información de la Construcción en proyectos a través de la elaboración y seguimiento de un plan de ejecución.

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

Esta Norma es aplicable a proyectos que implementen el Modelo de Información de la Construcción (MIC), ya sean de edificación, o infraestructura, públicos o privados, y en cualquier etapa de su ciclo de vida.

5 Integración de la metodología BIM de planeación en una Gerencia de Proyecto

Para adoptar la metodología BIM como un proceso de trabajo en el área de planeación se debe entender la dimensión BIM 5D en distintos pasos:

- Planeación;
 - Obtención de cantidades
 - Estimación detallada del costo
 - Modelos de Fabricación
- Contratos
 - Comparación de costos
 - Selección de marcas de equipos
 - Logística
- Sustentabilidad
 - Evaluación de la certificación LEED
 - Costo del ciclo de vida
 - Estudios comparativos

El enfoque de la dimensión BIM 5D es un intento para transformar de todo el proceso de construcción y así mismo cambiar el paradigma de la industria a partir de dos sistemas de información de dibujo basado en dos dimensiones a un sistema de información de objetos tridimensionales.

Este cambio en el método de planeación, de la documentación utilizada para la construcción a partir de descripciones legibles, integrando información de elementos de construcción, incluyendo el tiempo y el costo.

Este proceso se reconoce como el modelado n-dimensional (nD), donde diferentes “dimensiones” de información están integrados en un modelo de construcción digital.

Los intentos de incorporar el tiempo como información adicional para evaluar y analizar los diferentes tipos de procesos de proyectos se presentan en forma de BIM 4D, el tiempo es prioridad lógica debido a que el costo puede fluctuar con el

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

tiempo, sin embargo, el tiempo debe ser completado con un costo para lograr un mejor resultado del proyecto.

5.1 Análisis general del proceso BIM – PMI

La aplicación de un proceso BIM en la coordinación y revisión de proyectos, en mediciones y presupuestos, y en la planificación y control de ejecución, es un importante valor añadido a los servicios relacionados con la Gestión de Proyectos. De acuerdo con los procesos que se realizan para gestionar eficientemente los proyectos a lo largo del ciclo completo de vida los mismos, y como se mencionó anteriormente, se debe establecer como documento esencial para todo proyecto exitoso BIM el denominado BEP, necesario en la fase previa de planificación de todo proyecto, desarrollando y estableciendo desde el origen del proyecto los siguientes:

- Objetivos del Proyecto / Usos BIM
- Procesos de diseño BIM
- BIM intercambios de información
- Procedimientos de colaboración
- Control de calidad
- Estructura del modelo
- Entregables del Proyecto
- Estrategia de ejecución / Contrato

Un BEP es un documento que define de forma global los detalles de implementación de la metodología BIM a través de todo el proyecto, definiendo el alcance de la implementación, los procesos, tareas, intercambios de información, infraestructura necesaria, roles y responsabilidades.

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

De tal manera que cada BEP tendrá que cambiar de acuerdo a las necesidades del proyecto, pero a grandes rasgos, todas las guías de BEP tendrían en común lo siguiente:

- Identificación del Proyecto
- Los nombres del equipo del proyecto, su identificación, y grado de responsabilidad en cada tarea
- Objetivos del proyecto y los usos del BIM relacionados con ellos y su alcance
- Las tareas necesarias para alcanzar los usos propuestos
- Formas de mejorar la colaboración y el intercambio de datos

Esto, en complemento con el PMI, es una forma determinante de enfocar algún proyecto en su conjunto. En este tipo de enfoque se incorporan desde fases iniciales a Stakeholders mejorando el proceso global.

5.2 Usos BIM

Dentro de todas las posibilidades que ofrece el trabajo en la metodología del modelado de construcción de la información BIM, es de vital importancia saber por un lado cuales son las necesidades del cliente, y, sobre todo, cuál va a ser el uso que se le va a otorgar al modelo. La finalidad última que va a tener.

No es lo mismo acometer un proceso de modelado cuya finalidad es hacer presentaciones y renderizados, que modelar con la finalidad de obtener mediciones y presupuestos. De igual manera que el modelado que se realiza para un proyecto básico no es igual que el que se debería hacer para un proyecto ejecutivo.

Se pueden marcar diferentes usos para un modelo en función de la fase proyecto – constructiva para la que se va a utilizar el modelo.

Se pueden marcar los usos teniendo en cuenta la disciplina que vaya a modelarse, es decir, arquitectura, estructuras o instalaciones.

Actualmente existen 25 usos reconocidos, los cuales se muestran a continuación:

Tabla 1 Usos BIM

USO BIM	Definición
Modelado de condiciones existentes	Usar un modelo para identificar las condiciones existentes y futuras de un determinado emplazamiento. Estudiar las repercusiones en el entorno que un edificio puede ocasionar desde su diseño, hasta la construcción y vida útil.
Estimación de costos	Usar el modelo para el control de costes en cada una de las fases del proyecto, (construcción, operación y mantenimiento).
Planificación 3D y 4D	Usar el modelo para poder planificar el trabajo en función del tiempo. Este uso permite marcar hitos y poder gestionar la planificación de la obra.
Análisis de emplazamiento	Usar el modelo para estudiar la ubicación adecuada del edificio o infraestructura dentro de un emplazamiento
Programación	Este uso permite evaluar el rendimiento de diseño para los requisitos espaciales existentes. Estudio de normativas utilizando el diseño. Toma de decisiones en las primeras fases de diseño.
Revisión del diseño	Utilizar el modelo para la toma de decisiones, revisión espacial, arquitectónica del edificio.
Validación de códigos	Usar los parámetros de los elementos de modelo para incluir códigos universales que puedan ser reconocidos por procesos industriales de construcción
Sostenibilidad y evaluación LEED	Usar el modelo para obtener la certificación LEED u otros certificados donde se evalúe la sostenibilidad de lo modelado.
Análisis de las ingenierías	Usar el modelo para poder realizar análisis, cálculos y estudios relativos a estructuras, instalaciones, estudios energéticos, etc.
Análisis de las ingenierías estructuristas	Usar el modelo para poder realizar los análisis, cálculos y estudios de todo lo referido a estructuras.
Análisis de las ingenierías de iluminación y electricidad	Usar el modelo para poder realizar los análisis, cálculos y estudios de todo lo referido a electricidad e iluminación.
Análisis de las ingenierías de energía	Usar el modelo para poder realizar los análisis, cálculos y estudios de todo lo referido a energía
Análisis de las ingenierías de climatización y mecánica	Usar el modelo para poder realizar los análisis, cálculos y estudios de todo lo referido a climatización y mecánica

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

Autoría de diseño	Utilizar el modelo para extraer toda la documentación gráfica necesaria para cubrir el alcance del proyecto contratado. Proyecto básico, de ejecución.
Coordinación 3D	Utilizar el modelo para la detección de interferencias entre las diferentes especialidades, permitiendo eliminar los conflictos en fase previa a obra.
Control y planificación 3D	Usar el modelo para organizar decidir la mejor ubicación e instalación concreta de un determinado equipo en obra. Planificación de tiempos y trabajos para ubicación de dichos equipos
Producción digital	Utilizar la información digital del modelo para procesos de fabricación de elementos constructivos.
Diseño en la construcción	Usar el modelo para resolver el diseño de elementos y estructuras complejas en fase de obra.
Planificación de implantación en obra	Ubicar y gestionar la implantación en obra de las casetas, vestuarios, maquinaria. Permite también establecer flujo de personal, etc.
Registro del modelo	Representar las condiciones físicas de los elementos estructurales, arquitectónicos y MEP. Entrega del modelo As built con las instrucciones específicas para la operación y el mantenimiento.
Plan de emergencias	Usar el modelo como referencia por los servicios de emergencia en caso de incidencias o para actuar con mayor rapidez y eficacia en caso de cualquier catástrofe.
Gestión de espacios	Usar el modelo para organizar la distribución y gestión de espacios del edificio en base a necesidades reales, modificación de usos de espacios, etc.
Gestión de activos	Usar el modelo para poder gestionar a corto y largo plazo las repercusiones financieras de cambios físicos en el edificio. Programar dichos costes, con la ayuda del modelo se pueden controlar las inversiones de costes de posibles modificaciones.
Análisis de sistema de edificio	Medir el rendimiento de un edificio comparado con lo que se ha especificado en diseño. Control de la energía que se utiliza, análisis de iluminación, control de ventilación, etc.
Programación de mantenimiento	Establecer un programa de mantenimiento del edificio o la infraestructura.

Estos usos se pueden determinar en las distintas etapas de un proyecto como se muestra a continuación:

Planeación	Diseño	Construcción	Operación y Mantenimiento
Modelado de condiciones existentes			
Estimación de costos			
Fase de planeación			
Análisis de emplazamiento			
Programación			
	Revisión del diseño		
	Autoría del diseño		
	Análisis de energía		
	Análisis de estructura		
	Análisis de iluminación		
	Análisis de mecánica		
	Análisis de otras energías		
	Evaluación LEED		
	Validación de códigos		
		Coordinación 3D	
		Planificación de implantación	
		Diseño en construcción	
		Producción digital	
		Control y planificación 3D	
			Registro del modelo
			Programación mto
			Análisis del sistema del edificio
			Gestión de espacios
			Gestión de activos
			Plan de emergencia

Figura 29 Usos BIM en las etapas de un proyecto

5.3 Equipos de trabajo

Para gestionar un proyecto con metodología BIM se crea un equipo de trabajo en el cual se definen los roles y responsabilidades en el Plan de Ejecución BIM (BEP) que se reflejarán en el contrato

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

Una propuesta a considerar como un equipo de Proyecto BIM deben ser todos aquellos en él durante la totalidad de su ciclo de vida. Se debe estudiar el proyecto BIM a lo largo de las etapas de su ciclo de vida y en cada una de sus fases analizar los equipos de trabajo que colaboran su desarrollo. Para esta propuesta se dará énfasis en el equipo de trabajo en la etapa de la planeación.

El que inicia el Proyecto BIM es el cliente o el inversionista, y a partir de ahí se van incorporando los diferentes equipos.

- Equipo del cliente/inversionista
- Equipo de Gerencia de Proyecto
- Equipo de Diseño de Proyecto
- Equipo de Construcción
 - Equipo de Dirección de construcción
 - Equipo de Producción
- Equipo de Post-construcción
 - Equipo de operación y mantenimiento -Facility management-
- Equipos de de-construcción
 - Demolición
 - Reutilización
 - Reciclaje

5.4 Roles de trabajo

Se entiende por rol a una agrupación de funciones consensuadas, no son cargos en la empresa, son responsabilidades asignadas en el equipo de trabajo que implica lo siguiente:

- a) Un rol puede ser ejercido por varias personas (habitualmente sucede en proyectos de gran tamaño)
- b) Una única persona puede asumir varios roles (habitualmente sucede en proyectos de tamaño mayor)

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

- c) Los miembros del equipo de trabajo deben ser competentes para desempeñar el rol asignado.
- d) Los miembros del equipo de trabajo deben tener autoridad para desempeñar el rol asignado.
- e) Los roles pueden pasar de una actividad a otra durante el ciclo de vida de un proyecto BIM.

De acuerdo con lo anterior se pueden definir los distintos roles que pueden intervenir en la gestión integral de un proyecto con metodología BIM.

Promotor / Cliente: Es la persona u organización que decide poner en marcha y financiar el Proyecto BIM y para ello contrata los servicios del Equipo de Gestión del Proyecto, EGP (Project Management Team, PMT), formando parte del Entorno Colaborativo (Common Data Environment, CDE).

Director De Proyecto BIM: El BIM Project Manager es la persona nombrada por el cliente para liderar al equipo de proyecto BIM, gestionar el proyecto BIM, y alcanzar los objetivos para que se cumplan las expectativas del cliente. Forma parte del Equipo de Gestión del Proyecto, EGP (Project Management Team, PMT). Debe operar a nivel estratégico, táctico y operacional.

Dentro de sus funciones y responsabilidades se encuentran las siguientes:

- Desarrollar los protocolos BIM de acuerdo con los EIRs (Requisitos de Información del Cliente).
- Definir los objetivos y usos BIM del Cliente.
- Desarrollar el plan de proyecto (no el BEP que es un plan subsidiario y será desarrollado por el BIM Manager).
- Definir el alcance del proyecto.
- Desarrollar el acta de constitución del proyecto.
- Seleccionar, conformar y liderar el proyecto.
- Identificar y evaluar a los agentes intervinientes en el proyecto.

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

- Generar el plan de gestión del proyecto, incluyendo: alcance, presupuesto y cronograma.
- Gestionar y controlar los riesgos.
- Gestionar los cambios en el proyecto.
- Gestionar la calidad.
- Mantener el proyecto en costo y plazo.
- Hacer el seguimiento e informar del progreso y estado del proyecto.

Director de la gestión de la información: Es el responsable de gestionar y controlar el flujo de información entre todos los que agentes intervienen en el proyecto BIM a lo largo de todas las fases del ciclo de vida del proyecto.

Es el responsable de que todos dispongan de la información adecuada y en el momento oportuno.

Es el responsable de gestionar la transmisión de la información necesaria para entregar al promotor o cliente durante todas las fases, con el fin de que pueda:

- Diseñar.
- Construir.
- Explotar y mantener.

El flujo de información se establece en una serie de hitos durante el ciclo de vida del proyecto (data drops). Debe crear, desarrollar y gestionar el Entorno Colaborativo (Common Data Environment, CDE) entre todos los agentes intervinientes en el proyecto.

Director técnico BIM – BIM Manager: Es la persona nombrada por el Equipo de Gestión de Proyecto EGP en cualquier fase del ciclo de vida y a la aprobación del Promotor o Cliente, siendo plenamente responsable de la calidad digital y la estructura de contenidos para el proyecto BIM. Lidera la correcta implantación y uso de la metodología BIM, coordinando el modelaje del proyecto y los recursos en

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

colaboración con todos los agentes implicados, asegurando la correcta integración de los modelos y sus disciplinas con la visión global del proyecto, coordinando también la generación de contenidos, con capacidad para comunicar los beneficios y dificultades de BIM. Este opera a nivel operativo (técnico y sistemático).

Dentro de sus funciones y responsabilidades se encuentran las siguientes:

- Proponer y coordinar la definición, implementación y cumplimiento del BIM Execution Plan (BEP).
- Aplicar los flujos de trabajo en los proyectos.
- Aplicación y validación de los protocolos BIM.
- Manual de usuario BIM.
- Apoyar el trabajo colaborativo y coordinar el Equipo de Diseño del Proyecto EDP (Integrated Design Project Team, IDPT).
- Establecer en el Entorno Colaborativo (CDE) el cumplimiento de los requisitos de información del cliente (EIRs).
- Normalización y estandarización.
- Software y plataformas.
- Establecer los niveles de detalle y de información – LOD.
- Gestión del modelo.
- Gestión de cambios en el modelo.
- Gestión de la calidad en el modelo.
- Asistencia en las reuniones del Equipo de Diseño del Proyecto EDP (Integrated Design Project Team, IDPT) y el Promotor o Cliente.
- Establecer flujos de trabajo y gestión de requisitos.
- Garantizar la interoperabilidad.
- Apoyo técnico en la detección de colisiones.

Director de la gestión del diseño – lead designer: Es quien administra el diseño, incluyendo la aprobación y desarrollo de la información, confirma los resultados de diseño del equipo de diseño del proyecto, EDP (*Integrated Design Project Team, IDPT*). Firma y aprueba la documentación para la coordinación del diseño de detalle

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

antes de ser compartida. Dentro de sus funciones y responsabilidades se encuentran:

- Administrar el diseño.
- Aprobar y desarrollar la información.
- Aprobar los resultados del equipo de diseño del proyecto, EDP (*Integrated Design Project Team, IDPT*).

Es la persona que proporciona, junto con el director de la Gestión de la Ejecución, un enlace de comunicaciones entre los diferentes equipos de diseño del proyecto y los equipos de construcción.

Es quien coordina, junto con el director de la Gestión de la Ejecución (si se trata de cuestiones que puedan afectar a dicha ejecución), las entregas de diseño de los diseñadores principales, diseñadores de especialidades (estructuras, MEP, etc.) y los subcontratistas, de cara al responsable del equipo de construcción para asegurar la entrega oportuna en costo.

Director de la Gestión de la Ejecución – LEAD CONSTRUCTION: Es quien administra la dirección de la ejecución mediante las correspondientes gestiones con sistemas BIM, incluyendo la aprobación y desarrollo de la información. También confirma los resultados de la ejecución del equipo de construcción, CT (Construction Team). Firma y aprueba la documentación para la coordinación de la ejecución antes de ser compartida.

Dentro de sus funciones y responsabilidades se encuentran:

- Administrar la ejecución.
- Aprobar y desarrollar la información.
- Aprobar los resultados del Equipo de Construcción, CT (Construction Team).

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

Es la persona que proporciona un enlace de comunicación, en cuanto a la dirección ejecutiva de la obra en el ámbito BIM, entre los diferentes equipos de diseño del proyecto y los equipos de construcción.

Es quien coordina en cuanto a la dirección ejecutiva de la obra en el ámbito BIM, en colaboración con el director de la Gestión del Diseño, los distintos intervinientes (diseñadores, especialistas, subcontratistas, etc....)

Director del equipo de trabajo – TASK TEAM MANAGER: Es responsable de la producción del diseño y de todos los elementos que se relacionan con una tarea determinada. Estas tareas están a menudo basadas en unas disciplinas que tienen que ser compartidas por todo el equipo, existiendo un jefe de disciplinas que responde ante el director de la gestión del diseño.

Dentro de sus funciones y responsabilidades se encuentran:

- Responsable de la producción del diseño en una tarea determinada.

Coordinador BIM – BIM COORDINATOR: El Coordinador BIM es el agente responsable de coordinar el trabajo dentro de una misma disciplina, con la finalidad de que se cumplan los requerimientos del director técnico BIM. Realiza los procesos de chequeo de la calidad del modelo BIM, y que éste sea compatible con el resto de las disciplinas del proyecto.

Habrán tantos Coordinadores BIM como especialidades incluya el proyecto (diseño, estructura, MEP, sostenibilidad, seguridad y salud, calidad ...etc.).

Dentro de sus funciones y responsabilidades se encuentran:

- Coordinar el trabajo dentro de su disciplina.
- Realizar los procesos de chequeo de la calidad del modelo BIM.
- Asegurar la compatibilidad del modelo BIM con el resto de las disciplinas.

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

Modelador BIM – BIM MODELER / BIM OPERATOR: Es la persona responsable del modelado de acuerdo con los criterios recogidos en el BEP.

Dentro de sus funciones y responsabilidades se encuentran:

- Debe estar especializado en construcción, ya que “se modela como se construye”.
- Proporciona información fundamental para todas las disciplinas involucradas utilizando herramientas de software BIM.
- Exportación del modelo 2D.
- Creación de visualizaciones 3D, añadir elementos de construcción para los objetos de la biblioteca y enlace de datos del objeto.
- Debe seguir en su trabajo los protocolos de diseño.
- Coordina constantemente y con cuidado su trabajo con las partes externas tales como arquitectos, ingenieros, asesores, contratistas y proveedores.
- Posee técnicas y habilidades capaces para arreglar, organizar y combinar la información.
- Mantener su enfoque en la calidad y llevar a cabo sus tareas de una manera estructurada y disciplinada.
- Conocimientos de las TIC y específicamente de estándares abiertos y bibliotecas de objetos.

Aparte de estos perfiles existen otros derivados de distintas actividades propias de la metodología BIM:

Analista BIM: realiza los análisis y simulaciones a partir de los modelos BIM (rendimiento del edificio o infraestructura, simulaciones de circulación, análisis de seguridad, análisis de comportamiento energético...).

Programador de aplicaciones BIM: desarrolla y personaliza software BIM.

Especialista IFC: profesional IT que contribuye al desarrollo del formato IFC atendiendo a la estructura de datos de este formato y a los requisitos de intercambio de estos datos.

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

Facilitador BIM: ayuda a otros agentes en la visualización del modelo y la extracción de la información que contiene.

Consultor BIM: ofrece asesoramiento a nivel estratégico, funcional y operativo para la implantación BIM en organizaciones.

Investigador BIM: experto que enseña coordina y desarrolla la investigación sobre BIM.

De acuerdo con todos estos roles podemos complementar los niveles de un proyecto en una metodología BIM

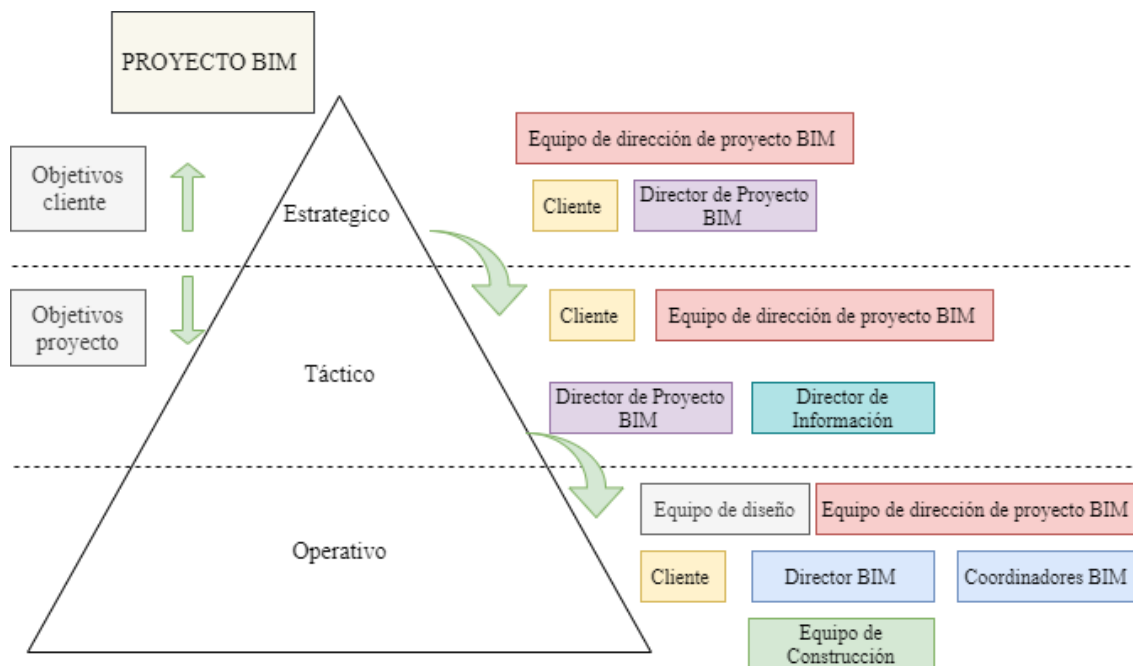


Figura 30 Niveles de un Proyecto BIM

En un entorno colaborativo de trabajo, los roles se pueden identificar de la siguiente manera:

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

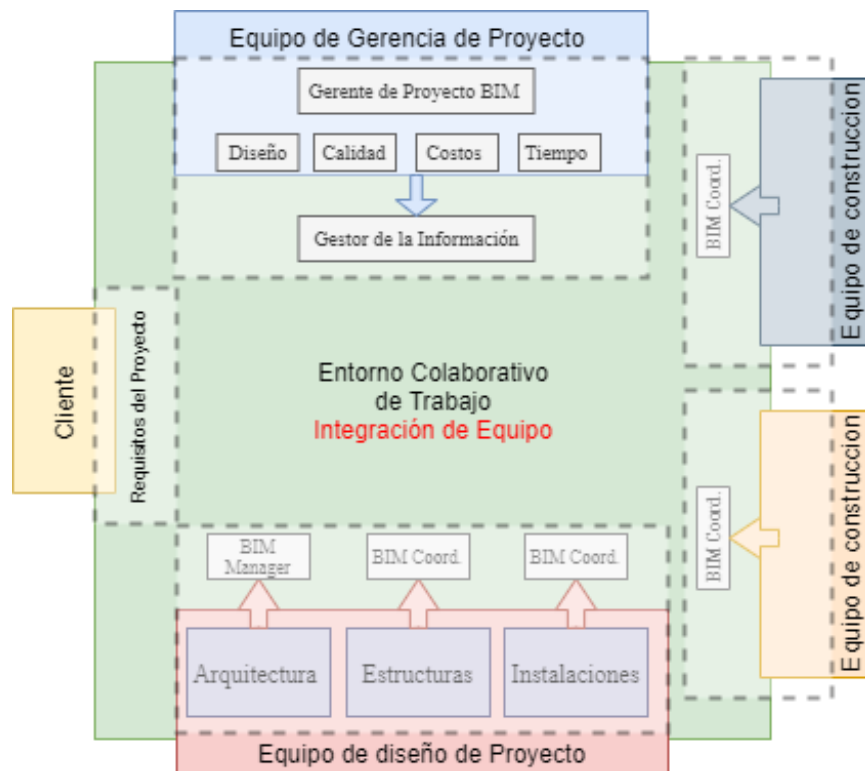


Figura 31 Trabajo colaborativo en un Proyecto BIM

Los roles antes mencionados son indicativos más no limitativos, dependerá de la implementación en cada organización el tamaño de esta, así como el tamaño del proyecto y las necesidades del cliente.

5.5 Flujos de trabajo

Como se ha mencionado anteriormente la calidad, el tiempo y el costo son los tres elementos más importantes en cualquier proyecto. La construcción de la información que llega con precisión en múltiples dimensiones facilitará la toma de decisiones y mejorará la calidad de la construcción, el tiempo y el costo.

BIM es una herramienta colectiva en torno a la cual se debe reorganizar el trabajo en torno a procesos y flujos de trabajo. Un flujo de trabajo se define como un patrón de actividad habilitado por una organización sistemática de recursos, roles definidos, flujos de información, en un proceso de trabajo que puede ser documentado y aprendido.

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

El flujo de trabajo a seguir comenzara con dibujos en desarrollo (2D), el modelo en digital (3D), y es seguido por la incorporación de tiempo (4D) y el costo (5D).

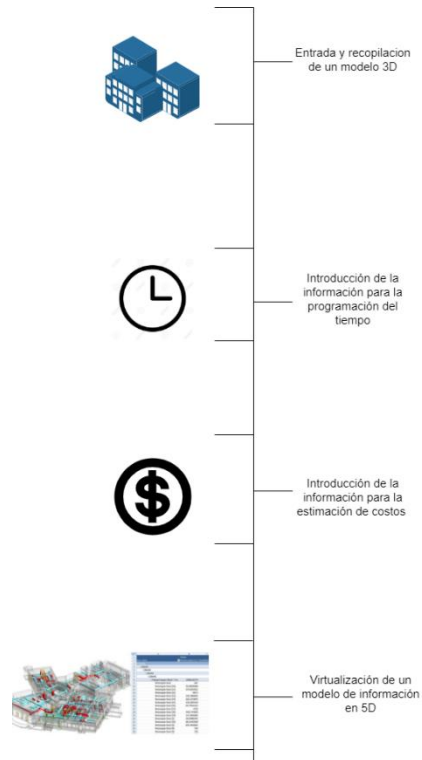


Figura 32 Componentes principales de BIM 5

Se debe tomar en cuenta las entradas, los análisis pertinentes a realizar, los criterios que definen el modelo y las salidas a obtener para integrar un modelo de información completo.

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto



Figura 33 Arquitectura de trabajo en un sistema BIM en la fase de planeación

A pesar de los problemas tecnológicos, también hay problemas de gestión de proyectos y organización del trabajo que deben abordarse.

Para aprovechar la metodología del modelado de información de la construcción se deberá establecer un flujo de datos coherente y dependerá del contexto del proyecto, del software a utilizar, la interoperabilidad de estos, así como de la experiencia de trabajo en los modelados y en las estimaciones de tiempo y costo.

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

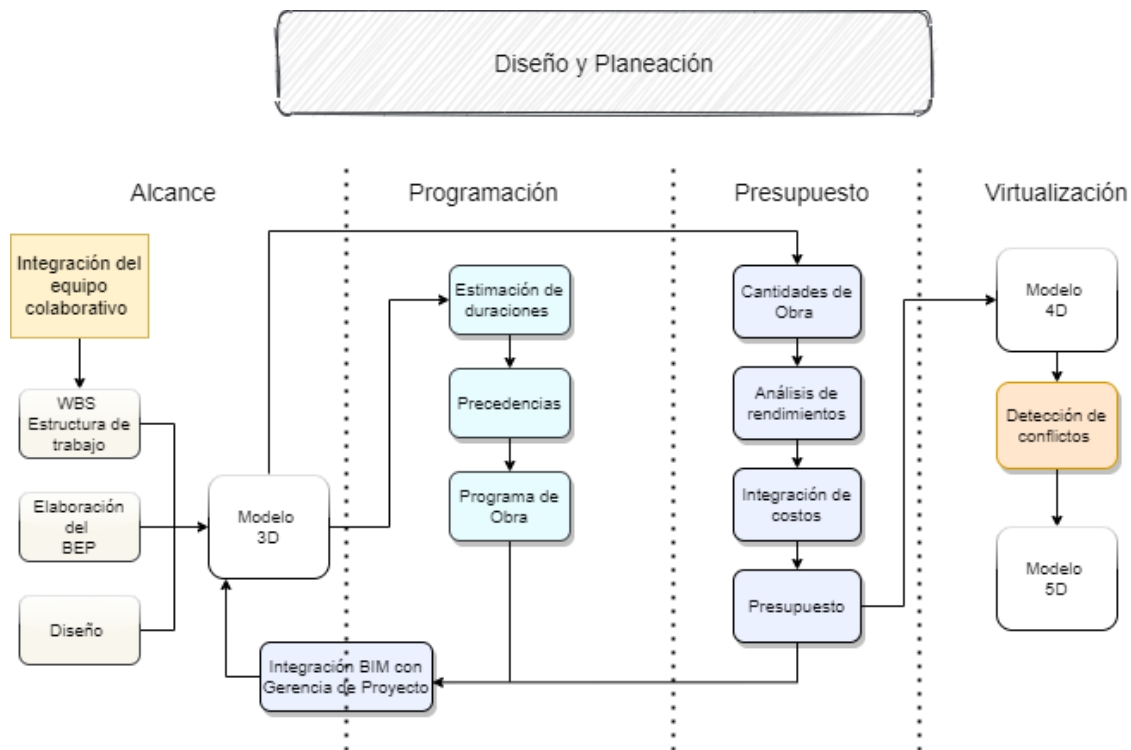


Figura 34 Flujo propuesto con metodología BIM y Gerencia de Proyecto

5.6 Relación de los procesos

Se definirá a un proceso al conjunto de actividades u operaciones que están relacionadas entre sí.

Los Procesos de Dirección de Proyectos son un conjunto de acciones y actividades interrelacionadas que se llevan a cabo, en el transcurso del Ciclo de Vida del Proyecto, para ayudar al Gerente del Proyecto a conseguir los objetivos deseados.

El PMBoK clasifica los Procesos de Dirección de Proyectos en cinco grupos. Procesos de inicio, procesos de planificación, procesos de ejecución, procesos de monitoreo y control y procesos de cierre. Los procesos de Dirección de Proyectos se clasifican en diez áreas de conocimiento. Integración, Alcance, Tiempo, Costos, Calidad, Recursos Humanos, Comunicaciones, Riesgos, Adquisiciones, Interesados (stakeholders).

Área de conocimiento	Grupo de Procesos de Iniciación	Grupo de Procesos de Planificación	Grupo de Procesos de Ejecución	Monitoreo y Control de Grupo de Procesos	Procesos de cierre de grupo
	Gestión de la Integración del Proyecto	Desarrollar el Acta del Proyecto	Proyecto de desarrollo de la Gestión del Plan	Dirigir y Gestionar el Trabajo del Proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Monitor y el trabajo del Proyecto • Realizar el Control Integrado de Cambios
Proyecto de Gestión del Alcance		<ul style="list-style-type: none"> • Plan de Gestión del Alcance • Recopilar Requisitos • Definir el Alcance • Crear la Estructura de Trabajo 		<ul style="list-style-type: none"> • Validación de Alcance • Control del Alcance 	
Proyecto de Gestión del Tiempo		<ul style="list-style-type: none"> • Plan de Gestión del Programa • Definir Actividades • Secuenciar las Actividades • Estimar los Recursos de Actividad • Estimar la duración de la Actividad • Desarrollar el Cronograma 		Controlar el Cronograma	
Proyecto de Gestión de Costos		<ul style="list-style-type: none"> • Plan de Gestión de Costos • Estimar los Costos • Determinar el Presupuesto 		Controlar los Costos	
Proyectos de Gestión de Calidad		Plan de Gestión de la Calidad	Realizar Aseguramiento de la Calidad	Control de Calidad	

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

Proyecto de Gestión de RH		Plan de Gestión de RRHH	<ul style="list-style-type: none"> • Adquirir el Equipo del Proyecto • Desarrollar el Equipo del Proyecto • Gestionar el Equipo del Proyecto 		
Proyecto de Gestión de las Comunicaciones		Plan de Gestión de las Comunicaciones	Gestionar las comunicaciones	Control de las Comunicaciones	
Proyecto de Gestión de Riesgos		<ul style="list-style-type: none"> • Plan de Gestión Riesgos • Identificar los Riesgos • Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos • Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgo • Planificar la Respuesta de Riesgo 		Control de Riesgos	
Proyecto de Gestión de Compras		Plan de Gestión de Compras	Efectuar las Adquisiciones	Las adquisiciones de control	Cierre de adquisiciones
Proyecto de Gestión de los grupos de interés		Plan de Gestión de los grupos de interés	Administrar Grupos de Interés	Control de Grupos de Interés	

Tabla 2 Gestión de Proyectos de Grupo de Procesos Mapeo y Área de Conocimiento

La tabla anterior consta de 49 procesos, que, a su vez, cada uno de ellos se constituyen de tres elementos para obtener un resultado, un entregable, etc. Estos son, entradas o ingresos (inputs), recursos y técnicas a utilizar (tools & techniques) y salidas o egresos (outputs)

Los procesos directivos del Proyecto son ejecutados por el Gerente de Proyecto y por el equipo de Dirección, estos son comunes a la mayoría de los Proyectos. Se ejecutan al menos una vez en cada Proyecto. Si el Proyecto está dividido por fases, al menos una vez en cada fase del Proyecto, esto quiere decir que se repiten en cada fase del ciclo de vida del Proyecto. El director del Proyecto debe, iniciar, planificar, ejecutar, supervisar, controlar y cerrar cada fase del Proyecto.

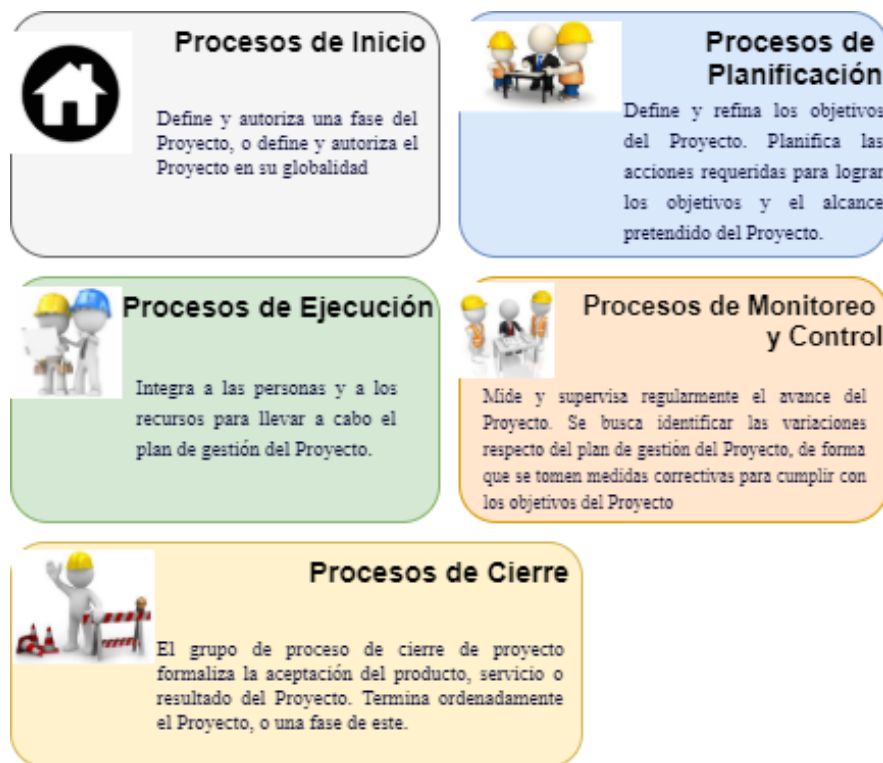


Figura 35 Grupo de Procesos de Dirección de Proyectos

Los procesos de dirección de Proyectos del PMBoK no deben aplicarse siempre en todos los Proyectos. El director del Proyecto debe elegir los procesos de Dirección de Proyecto apropiados para su Proyecto en concreto. Un Gerente de Proyecto no

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

es un técnico, es un metodólogo que con las herramientas gerenciales adecuadas puede optimizar el uso de los recursos de las empresas y organizaciones.

Los procesos directivos y los procesos productivos se superponen e interactúan continuamente (el resultado o salida de un proceso se convierte en la entrada de otro). El éxito de la Dirección de Proyectos radica en saber realizar una tarea integradora y coordinadora.

Resulta evidente que el uso de buenas prácticas puede y son aplicables a la gestión de los proyectos con la metodología de construcción de la información (BIM).

A continuación, se muestra las áreas de conocimiento y los procesos donde se interrelaciona la metodología BIM:

- a. Grupo de procesos del área de la gestión de la integración del proyecto.

Esta área se encarga de coordinar todos los procesos, las actividades y el trabajo que se desarrolla en el proyecto, por tal motivo es necesario integrar un plan de ejecución BIM (BEP) como un documento de referencia en un proyecto con esta metodología, el BEP deberá ser uno de tantos planes que integran el plan para la dirección de proyectos. Asimismo, a partir de un modelo 3D tener una visión global de un proyecto, gestionar los cambios que sufre, así como la aprobación e implementación de dichos cambios.

- b. Grupo de procesos del área de la gestión del alcance del proyecto.

Es importante tener un proceso que deje constancia documental de los requisitos del cliente o de las partes interesadas. Esto mejorara sustancialmente la selección de las herramientas y los usos del BIM, así como los entregables BIM previstos y crear la estructura de trabajo.

- c. Grupo de procesos del área de la gestión del tiempo del proyecto.

Crear el cronograma para marcar los momentos en que debe realizarse el intercambio de información entre los agentes implicados y para el proceso de entrega del proyecto.

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

d. Grupo de procesos del área de la gestión del costo del proyecto.

La gestión de los costos suele ser un objetivo prioritario en los proyectos y es preciso definir como se gestionará el presupuesto, este no se considera dentro del BEP pero se debería incluir para poder controlar los costos del personal, de formación, de equipos y de entorno para el intercambio de la información.

e. Grupo de procesos del área de la gestión de la calidad del proyecto.

Es importante garantizar que la información intercambiada cumple con los requisitos y formatos fijados para que el flujo de trabajo tenga continuidad y evitar retrasos y modificaciones. Cada equipo selecciona un responsable para verificar el control de calidad en cada entregable y el director de proyecto tiene la responsabilidad de verificar dicho control

f. Grupo de procesos de la gestión de los recursos humanos del proyecto.

La gestión BIM implica un alto nivel de recursos de personas, software y equipos. Los distintos roles en la gestión BIM necesitan de personal especializado y capacitado, que es necesario formarlo o incorporarlo al proyecto.

Escoger bien el software y los equipos con capacidades suficientes para utilizarlos adecuadamente obliga a un detenido estudio de las necesidades y su correcta gestión.

g. Grupo de procesos de la gestión de las comunicaciones del proyecto.

La relación entre todos los intervinientes es imprescindible, por lo que las comunicaciones son determinantes.

Para compartir la información digital se recurre a una plataforma que suele conocerse como un Entorno Común de Datos (CDE), donde con los correspondientes permisos de acceso todos los intervinientes pueden aportar y acceder a la información que comparten, para avanzar en el proyecto.

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

Las reuniones también son importantes para avanzar en el ambiente colaborativo, y se prevén en el BEP con los temas o hitos en los que deben realizarse, quienes deben participar, donde se realizan, etc.

h. Grupo de procesos de la gestión de los riesgos del proyecto.

Los Riesgos es una de las áreas que no se tratan en la metodología BIM, e identificar riesgos no es nada complicado dada la cantidad de intervinientes y procesos a realizar en la gestión con BIM.

Es necesario plantear los riesgos que presenta cada uso de BIM y como se dará respuesta a ellos.

i. Grupo de procesos de la gestión de las adquisiciones del proyecto.

Vista la importancia del área de Recursos se deducirá la importancia que supone gestionar correctamente las adquisiciones.

El BEP no suele llegar a la adquisición de los recursos, se queda en el enunciado de las necesidades, los procesos de la PMBoK, pueden ayudar a conseguir un suministro exitoso.

j. Grupo de procesos de la gestión de los interesados del proyecto.

La gestión de los interesados debe identificar y registrar tanto los requisitos como los representantes. La información de contacto se intercambia simplificando la comunicación y trabajando de manera colaborativa.

Será necesario identificar aquellos interesados que sin intervenir directamente en los procesos BIM pueden ser interesados del proyecto con capacidad de influir en el resultado, o resultar afectados por el proyecto.

La incorporación de BIM incrementa sustancialmente el alcance, los recursos, la calidad, las comunicaciones y las adquisiciones a gestionar respecto a un proyecto de construcción sin esta metodología. Dada la complejidad de BIM se hace necesaria la gestión de los riesgos que no están lo suficientemente considerados por los gestores exclusivos de BIM.

Área de conocimiento					
	Grupo de Procesos de Iniciación	Grupo de Procesos de Planificación	Grupo de Procesos de Ejecución	Monitoreo y Control de Grupo de Procesos	Procesos de cierre de grupo
Gestión de la Integración del Proyecto	Desarrollar el Acta del Proyecto	Proyecto de desarrollo de la Gestión del Plan	Dirigir y Gestionar el Trabajo del Proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Monitor y el trabajo del Proyecto • Realizar el Control Integrado de Cambios 	Cerrar el Proyecto o Fase
	Plan maestro de entregas de información	Modelo 3D Integración de especialidades de Implementación BEP	Usos BIM Modelo federado	<ul style="list-style-type: none"> • Detección de interferencias • Revisión de Modelo BIM • Usos BIM 	<ul style="list-style-type: none"> • Registro del modelo • Modelo As-built
Proyecto de Gestión del Alcance		<ul style="list-style-type: none"> • Plan de Gestión del Alcance • Recopilar Requisitos • Definir el Alcance • Crear la Estructura de Trabajo 		<ul style="list-style-type: none"> • Validación de Alcance • Control del Alcance 	
		<ul style="list-style-type: none"> • Estructura de trabajo • Intercambio de información • Usos BIM 		<ul style="list-style-type: none"> • Revisión de Modelo BIM • Usos BIM 	
Proyecto de Gestión del Tiempo		<ul style="list-style-type: none"> • Plan de Gestión del Programa • Definir Actividades • Secuenciar las Actividades • Estimar los Recursos de Actividad • Estimar la duración de la Actividad • Desarrollar el Cronograma 		Controlar el Cronograma	
		<ul style="list-style-type: none"> • Planificación y simulación • Modelo 4D 		<ul style="list-style-type: none"> • Planificación y simulación • Modelo 4D 	
Proyecto de Gestión de Costos		<ul style="list-style-type: none"> • Plan de Gestión de Costos • Estimar los Costos • Determinar el Presupuesto 		Controlar los Costos	
		<ul style="list-style-type: none"> • Estimación de costos • Modelo 5D 		<ul style="list-style-type: none"> • Estimación de costos • Modelo 5D 	

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

Proyectos de Gestión de Calidad		Plan de Gestión de la Calidad	Realizar Aseguramiento de la Calidad	Control de Calidad	
		Modelo federado Coordinación entre diseño, arquitectura, estructura e instalaciones	Revisión de Modelo BIM Usos BIM	Revisión de Modelo BIM Usos BIM	
Proyecto de Gestión de RH		Plan de Gestión de RRHH	<ul style="list-style-type: none"> Adquirir el Equipo del Proyecto Desarrollar el Equipo del Proyecto Gestionar el Equipo del Proyecto 		
		<ul style="list-style-type: none"> Integración de equipo colaborativo de trabajo Usos BIM 	<ul style="list-style-type: none"> Integración de equipo colaborativo de trabajo Usos BIM 		
Proyecto de Gestión de las Comunicaciones		Plan de Gestión de las Comunicaciones	Gestionar las comunicaciones	Control de las Comunicaciones	
		<ul style="list-style-type: none"> Intercambio de información definido en el BEP Equipo de trabajo 	<ul style="list-style-type: none"> Intercambio de información definido en el BEP Equipo de trabajo 	<ul style="list-style-type: none"> Intercambio de información definido en el BEP Equipo de trabajo 	
Proyecto de Gestión de Riesgos		<ul style="list-style-type: none"> Plan de Gestión Riesgos Identificar los Riesgos Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgo Planificar la Respuesta de Riesgo 		Control de Riesgos	
Proyecto de Gestión de Compras		Plan de Gestión de Compras	Efectuar las Adquisiciones	Las adquisiciones de control	Cierre de adquisiciones
Proyecto de Gestión de los grupos de interés		Plan de Gestión de los grupos de interés	Administrar Grupos de Interés	Control de Grupos de Interés	

Tabla 3 Gestión de Proyectos de Grupo de Procesos Mapeo y Área de Conocimiento intercalado con metodología BIM

6. Propuesta de la incorporación BIM en un proceso de gestión de proyectos en la etapa de planeación

La mejora de procesos se basa en la necesidad de revisar continuamente los problemas en la etapa de planeación, la reducción de costos, oportunidad, la racionalización, y otros factores que en conjunto permiten la optimización de los recursos. A raíz de los grandes cambios en la gerencia de proyectos, se ha tenido que transformar la cultura de trabajo orientándola hacia la importancia de la información y la tecnología BIM.

Debido a las necesidades que se encuentran en la industria de la construcción y para mejorar los distintos procesos que se encuentran dentro de la implementación de una nueva metodología, es importante cambiar el enfoque en la aplicación de modelos de información de construcción.

Aunque es posible incorporar más de cinco dimensiones de la información, es previsible que el exceso de información puede sobrepasar la complejidad de manera desfavorable para la implementación de BIM.

Para el desarrollo de la propuesta de MEJORA en el proceso de planeación se utilizará una herramienta de planeación estratégica, mediante un análisis FODA que implica las relaciones que existen entre las Fortalezas y Debilidades y las Amenazas y Oportunidades dentro de una organización que busque la implementación de esta propuesta de metodología en la etapa de planeación hasta la quinta dimensión de los modelados BIM.

- **Fortalezas:** Son los recursos, capacidades humanas, materiales, información, entre otros, con los que cuenta la organización para adaptarse y aprovechar al máximo las ventajas que ofrece el entorno social y enfrentar con mayores posibilidades de éxito las posibles amenazas. Se debe hacer la siguiente pregunta;

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

¿Cuáles son los elementos, las funciones, los procesos y/o situaciones que permiten mantener o impulsar el desarrollo del sistema?

- **Debilidades:** Son las limitaciones o carencia de habilidades, conocimientos, información, tecnología, recursos financieros, entre otros, que padece la organización y que impiden el aprovechamiento de las oportunidades que ofrece el entorno social y no le permiten defenderse de las amenazas. Se debe hacer la siguiente pregunta; ¿Cuáles son los elementos, las funciones, los procesos y/o situaciones que contribuyen a retrasar a desviar el desarrollo del sistema?

- **Amenazas:** Son aquellos factores externos que está fuera de nuestro control y que podrían perjudicar y/o limitar el desarrollo de la organización. Se debe hacer la siguiente pregunta; ¿Qué situaciones o condiciones se están dando o se podrían dar en el entorno, y que pueden representar un peligro u obstáculo para mantener o impulsar el desarrollo del sistema?

- **Oportunidades:** Son situaciones o factores socioeconómicos, políticos o culturales que están fuera de nuestro control, y que son factibles de ser aprovechados si se cumplen determinadas condiciones en el ámbito de la organización. Se debe hacer la siguiente pregunta; ¿Qué situaciones o condiciones existen o podrían ocurrir en el entorno, y que puedan favorecer o impulsar el desarrollo del sistema?

Mediante este análisis se identificarán los elementos internos y externos en proceso de planeación de un proyecto de edificación con metodología de modelado de la información de la construcción, realizando el análisis situacional de la matriz, la síntesis y posteriormente la formulación de las líneas estratégicas.

El objetivo de esta matriz es ayudar a encontrar factores estratégicos, para usarlos una vez identificados y apoyar en ellos el cambio, consolidando fortalezas, minimizando debilidades, aprovechando las oportunidades y eliminando o

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

reduciendo amenazas. La estrategia establece el camino seleccionado para alcanzar los objetivos propuestos.

6.1 Análisis FODA

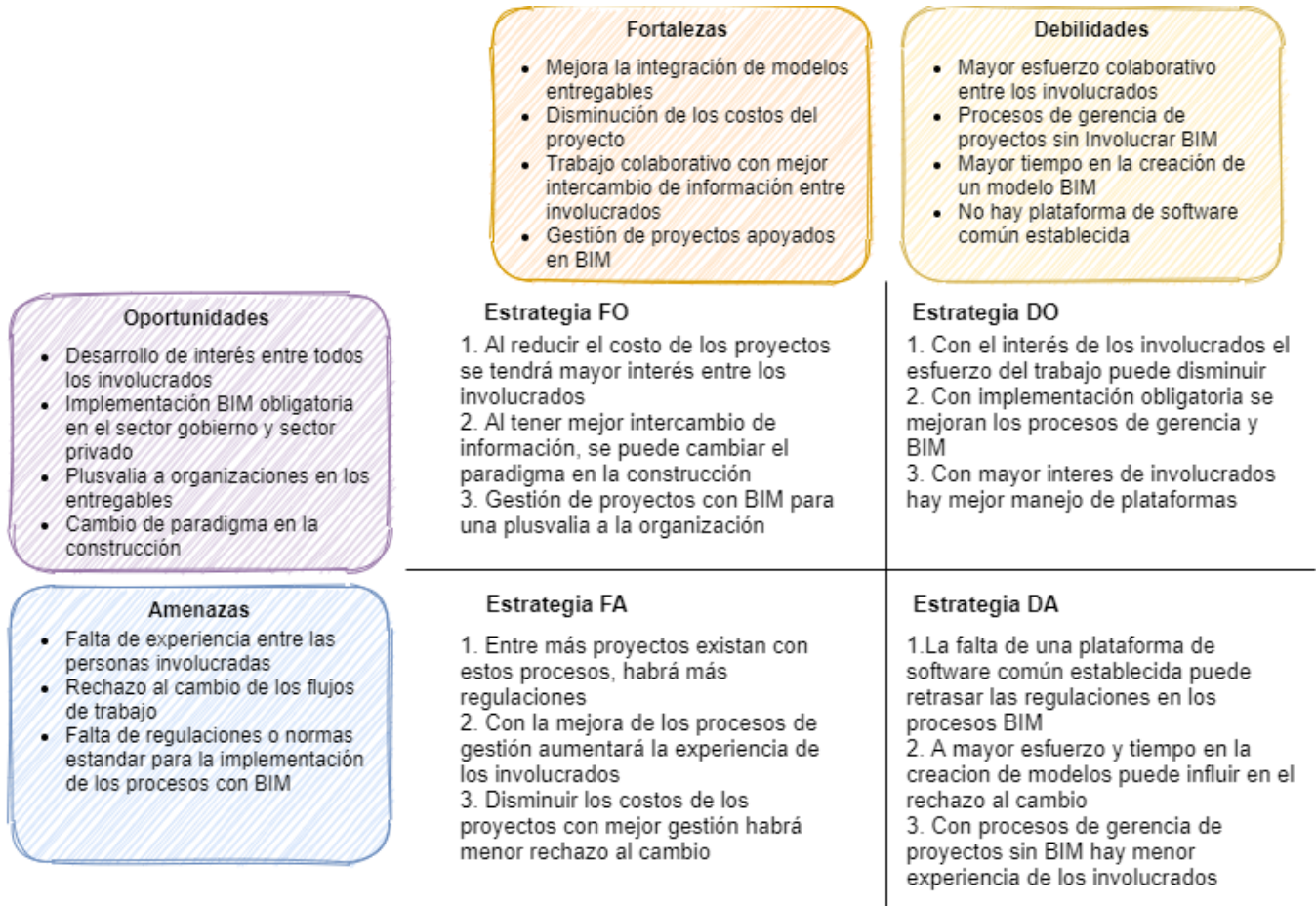


Figura 36 Matriz DAFO

El objetivo de esta matriz es ayudar a encontrar factores estratégicos, para usarlos una vez identificados y apoyar en ellos el cambio, consolidando fortalezas, minimizando debilidades, aprovechando las oportunidades y eliminando o reduciendo amenazas. La estrategia establece el camino seleccionado para alcanzar los objetivos propuestos.

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

6.2 Líneas estratégicas

Una vez identificadas las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades se formulan unas estrategias cuyo objetivo es utilizar al máximo las fortalezas a fin de alcanzar y maximizar las oportunidades que el entorno puede ofrecer.

Estrategia FO (Fortalezas vs Oportunidades): Implementar la gestión de los proyectos de construcción complementada con una metodología de construcción de modelos de información para el cambio de paradigma en la construcción.

Utilizar fortalezas para aprovechar oportunidades

Eje estratégico:

Gestión de los proyectos de construcción con metodología BIM

- El proceso de implementación organizacional

La implementación de la metodología BIM en un proceso de planeación se deberá realizar en las organizaciones sin importar su tamaño, con tan solo ver los beneficios que trae consigo la gestión de los proyectos se irán mejorando los flujos de trabajo

- Equipo colaborativos y roles de trabajo

La creación de equipos de trabajo y los roles de los involucrados beneficiara en los flujos de trabajo y en los resultados de la planeación de los proyectos

- Plan de ejecución BIM en el proceso de gestión

La creación de un plan de ejecución BIM como esbozo para la visión conjunta del modelo a crear a través de un proceso de planeación adecuado a las necesidades de cada proyecto

Estrategia DO (Debilidades vs Oportunidades): La implementación obligatoria del BIM en la gestión de los proyectos de construcción puede generar más

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

proyectos que incluyan el BIM como un complemento en la gestión de estos. Minimizar debilidades aprovechando oportunidades.

Eje estratégico:

Promover la aplicación del proceso de gestión de proyectos con metodología de modelado de la información BIM.

- Interés en el sector público y privado

Para poder generar interés en el sector público y privado, las organizaciones deben de implementar los procesos de planeación con la metodología de construcción de la información entregando proyectos más completos.

- Realización de un proceso de planeación con aspectos de PMI y metodología BIM

Incluir la metodología BIM como una herramienta a la gestión de proyectos directamente relacionada con aspectos claves del PMI en los procesos de planeación de proyectos para la mejora de calidad, reducción de costos y tiempos más eficientes.

- Gerencia y administración de proyectos

Llevar una administración adecuada a través de una gerencia de proyectos con aspectos del PMI, involucrando a todos los interesados del proyecto desde el inicio hasta fin.

Estrategia FA (Fortalezas vs Amenazas): Al tener una gestión de planeación de proyectos con aspectos del PMI, complementada con la metodología del modelo de la información BIM, podemos obtener proyectos con menor costo y evitar el rechazo al cambio introduciendo esta tecnología.

Utilizar fortalezas para reducir impacto de las amenazas.

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

Eje estratégico:

Utilizar el proceso de gestión de proyectos con modelo de información BIM para reducir los costos de los proyectos.

- Intercambio de la información

Utilizar la tecnología para tener mejor intercambio de información, tendrá mejores resultados en la toma de decisiones y en el resultado final del proyecto.

- Modelos integrados hasta a etapa de planeación

Con un mejor proceso de planeación incluyendo la metodología de construcción de la información podemos obtener proyectos con modelos mucho más completos y eficientes lo que puede reducir el costo de estos, mejorar el tiempo de elaboración y con la calidad solicitada.

- Gestión de proyectos en tiempo, costo y calidad

Conocer y hacer el mejor uso de los recursos disponibles para satisfacer de manera óptima los procesos de planeación teniendo mejores resultados en los proyectos a través de una gerencia de proyectos de calidad.

Estrategia DA (Debilidades vs Amenazas): Realizar cada vez más gestión de proyectos con metodología del modelado del BIM podrá aumentar las regulaciones en las normas y estándares en dichos procesos.

Minimizar debilidades y evitar amenazas.

Eje estratégico:

Realizar procesos de planeación de proyectos con la metodología de construcción de la información BIM generando experiencias entre todos los involucrados

- Capacitación para todos los involucrados

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

Es importante que todos los involucrados se capaciten constantemente tanto en los procesos como en tecnología para una mejor implementación de la metodología de construcción de la información con aspectos del PMI.

- Integración BIM en los procesos de PMI

Identificar el uso de la metodología del BIM con aspectos importantes del PMI dentro de los proyectos y conforme a necesidades del personal y del software a utilizar ayudara a las organizaciones a una mejor implementación de este.

- Optimización de los procesos de planeación

El avance de la tecnología podrá tener mejores sistemas o software para optimizar las entradas, las salidas y el intercambio de información durante los procesos de planeación de un proyecto.

A través de estas líneas estratégicas se tomarán acciones para culminar con una propuesta de un proceso de gestión de proyectos con la metodología de la construcción de la información.

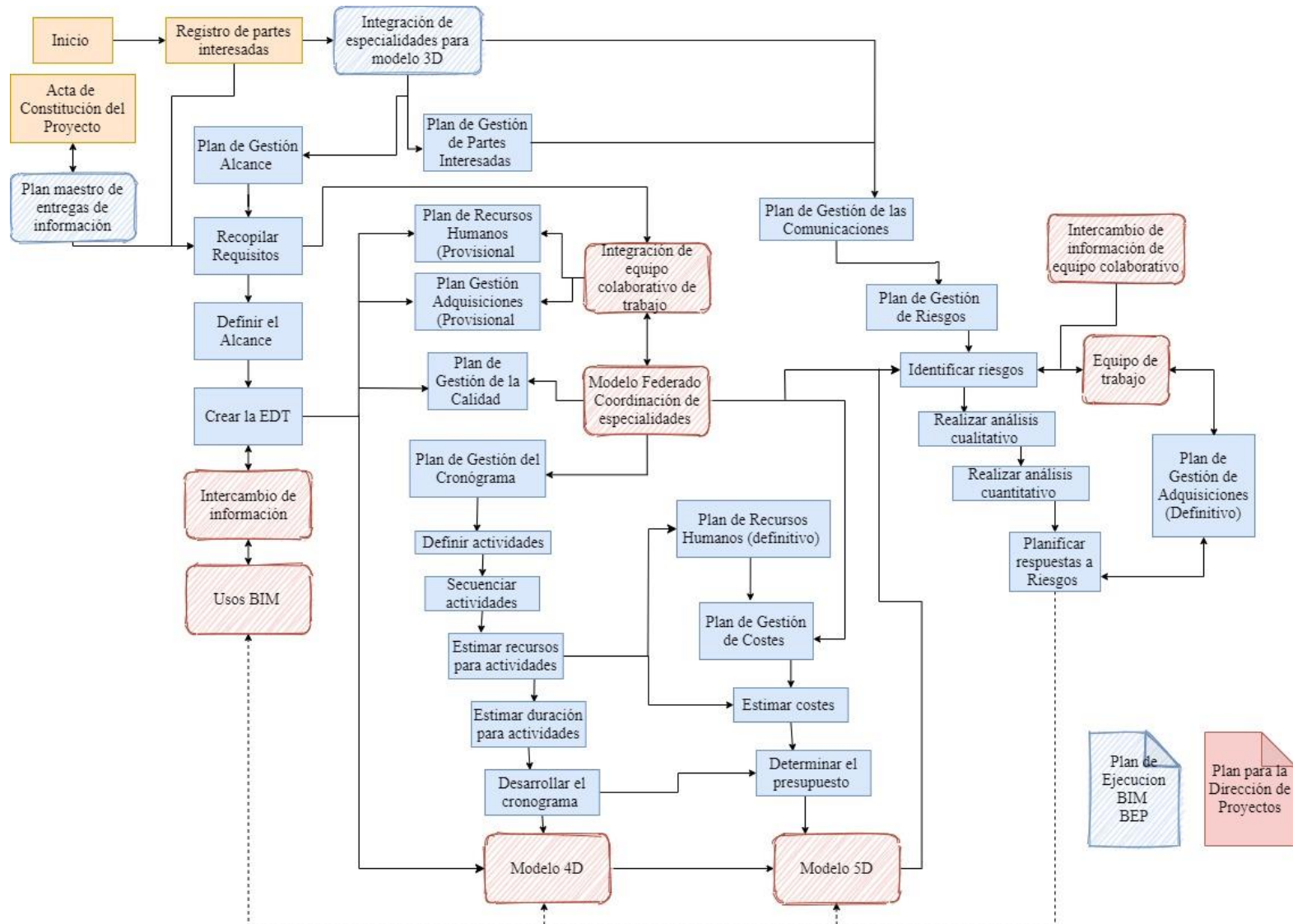
Acciones: La implementación de la metodología de construcción de información con el uso de las buenas prácticas de dirección de proyectos como un proceso de gestión de los recursos que pueda eficientizar los parámetros básicos de tiempo, costo y calidad en modelos integrados a través de las siguientes líneas de acción:

- Implementación de la metodología BIM
- Integración BIM en los procesos del PMI
- Innovación, nuevas tecnologías
- Estructura desglosada de trabajo
- Integración de equipo colaborativo de trabajo y roles de trabajo
- Creación de un Plan de Ejecución BIM
- Creación de modelos integrados
- Simulaciones de modelos para fases posteriores a la planeación
- Seguimiento y control de proyecto

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

Proyecto: Integrar la metodología BIM en un proceso de dirección de proyectos de PMI hasta la etapa de planeación que permita cumplir con las estrategias, acciones y objetivos planteados.

6.3 Plan para un proceso apoyado de metodología BIM en la etapa de planeación



La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

Procesos de la metodología BIM que mejoran a la etapa de planeación

Área de conocimiento	Procesos	Objetivo	Actividades
Integración	Plan maestro de entrega de información	<ul style="list-style-type: none"> •Disponibilidad de recursos y capacidad, en relación con la matriz de roles y responsabilidades. •Las necesidades de capacitación y educación del equipo. 	Elaboración de un modelo 3D para tener una vista general del proyecto.
Integración	Integración de especialidades para modelos 3D	Estudio de terrenos para proyectos de construcción teniendo en cuenta la normatividad y la geometría de los predios	Mediante el modelo desarrollado, se logra identificar de una forma más adecuada y desarrollada los aspectos más relevantes para la creación del acta de inicio.
Alcance	Estructura de trabajo Intercambio de información Usos BIM	Recopilar información Definir el alcance	A través de un modelo, se pueden visualizar aspectos relevantes para definir el alcance del proyecto.

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

Tiempo	Planificación y Simulación Modelo 4D	Definir actividades Secuenciar actividades Desarrollar programa	La metodología BIM ayuda a identificar las actividades a ejecutar durante el desarrollo del proyecto. La simulación del programa ayuda a definir las actividades y secuencias para estimar la duración del proyecto.
Costos	Estimación de costos Modelo 5D	Identificación de costos Estimación de presupuestos Modelo 5D	La metodología BIM ayuda a la identificación de los costos y a la estimación del presupuesto del proyecto. Un presupuesto asociado a un modelo permite valorar de forma visual el costo asociado al alcance del proyecto. Las mediciones permiten definir mejor las estimaciones de los recursos.
Calidad	Modelo federado Coordinación entre diseño, arquitectura, estructura e instalaciones	Definir las características y calidades técnicas dentro del modelo	El modelo permite almacenar información de los controles de calidad que ha recibido cada elemento constructivo. A cada elemento dentro del modelo contiene las características y calidades técnicas, lo que permite obtener una

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

			relación de calidades durante el proceso construcción.
Recursos Humanos	Integración de equipo colaborativo de trabajo Usos BIM	Definir equipo colaborativo de trabajo Definir roles Flujos de trabajo y relación de los procesos	Los roles y flujos de trabajo determinados variarán dependiendo de la organización y del tamaño del proyecto. Es importante contar con las capacidades, formación y experiencia adecuada para tener una mejor planificación en el proyecto.
Comunicaciones	Intercambio de información definido en el BEP Equipo de trabajo	Definir los medios de comunicación y establecer la planificación de intercambio de información entre los interesados	Se lleva a cabo un historial de cambios del modelo y se mejora la planificación de las comunicaciones entre todos los interesados, especialistas y demás que involucran el desarrollo del proyecto. Se potencializa la utilización del modelo único y del trabajo colaborativo.

La mejor solución estratégica para la implementación de la tecnología BIM parece ser una agresiva estrategia de desarrollo, que se recomienda para situaciones "maxi-maxi" (Fortalezas vs Oportunidades). Esta estrategia se basa en maximizar el uso de fortalezas y oportunidades para agilizar la implementación dinámica de BIM para uso diario. Las fortalezas de BIM deben aprovecharse al máximo cuando el entorno pueda proporcionar la oportunidad de hacerlo.

La promoción de BIM debe aprovechar el interés de las empresas líderes en el mercado de la construcción, a quien se le debe recordar la reducción de los costos de inversión, que debe fomentar el uso de BIM.

La implantación de campos de estudio especializados en BIM en las universidades debería, a su vez, permitir completar las brechas en el personal, capaz de utilizar con soltura varias aplicaciones BIM en unos pocos años.

BIM no es el futuro de la construcción, BIM es ya el presente, es la forma de cómo construir; si las empresas no cuentan con una gerencia BIM van a quedar obsoletas. En la actualidad, es fundamental y existe la necesidad de contar con una gerencia BIM de proyectos para que pueda coordinar los estándares y revisar que todas las partes estén haciendo bien su trabajo.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La gestión de proyectos de edificación en la actualidad satisface una función importante en el desarrollo de los programas para el desarrollo del país, con las limitaciones propias del contexto en que se ejecutan en cuanto a las disponibilidades de financiamientos y los posibles suministros de los recursos según las estrategias desarrolladas, con el nivel de integración que permiten las estructuras funcionales y las organizaciones.

La metodología BIM es un enfoque emergente que es actualmente la transformación de la industria de la construcción. Aunque es posible incorporar más de 5 dimensiones de la información, es previsible que el exceso de información puede escalar la complejidad de manera desfavorable para la implementación de BIM. La integración de la información no sólo mejora la eficiencia y la precisión de proceso en todas las etapas, también permite a los tomadores de decisiones para tener una sofisticada interpretación de la información que es casi imposible con el flujo de trabajo de CAD 2D convencional.

El desarrollo del nuevo conocimiento que brinda la metodología BIM, aunado a las herramientas informáticas y la correcta ejecución de las buenas prácticas en una Gerencia de Proyectos permiten alcanzar mejores resultados asociados a la reducción del tiempo de ejecución, en el marco del presupuesto y con la calidad requerida por el cliente, y las partes interesadas en un proceso en el que la preparación del proyecto antes de su ejecución garantice de mejor forma estos resultados.

La necesidad de que los Gerentes de Proyecto se involucren y evolucionen con BIM es inevitable, así como que conozcan y desarrollen las técnicas necesarias para la solución de controversias desde un enfoque holístico. Aún queda por ver la

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

implementación de estas nuevas metodologías y los nuevos flujos de trabajo en las organizaciones en la ejecución, operación y control y cierre de nuevos proyectos.

La elaboración de un modelo del proceso constructivo en BIM resulta en una herramienta que facilita de gran manera la gestión de la información de un proyecto de construcción. En un modelo que llegue hasta BIM 5D, el gran volumen de información del proyecto se encuentra en única base de datos digital; de esta forma hay integración de la información, coherencia, mayor facilidad para la consulta y facilidad de comunicación entre los involucrados.

La simulación de un modelo BIM permite la interacción de las distintas disciplinas involucradas en un proyecto de construcción; por tanto, se presenta un ambiente propicio para que los profesionales de las distintas disciplinas brinden sus recomendaciones y sus observaciones para el proceso de construcción del proyecto.

Hasta la fecha una gran parte del enfoque de modelado de información de la construcción (BIM) ha sido simplemente de diseño paramétrico llegando hasta un modelado 3D.

Aunque últimamente se ha trabajado en un enfoque más colaborativo, se han presentado problemas diversos, problemas relacionados con la colaboración y responsabilidades. De esta manera, es importante contar con guías y planes de ejecución para definir las expectativas y especificar claramente los alcances de cada proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

- Mendoza Rodríguez Isidro (2016), *Gerencia de Proyecto: Análisis y evaluaciones de riesgo en la construcción*. (Tesis Maestría) Universidad Nacional Autónoma de México.
- Santiago Rosas Mayra Noemi (2017), *La preparación del gerente de proyecto y la implementación de buenas prácticas de gerencia*. (Tesis Maestría) Universidad Nacional Autónoma de México.
- Antonio Manuel Reyes Rodríguez., (2015) *Introducción a la Metodología BIM Spanish Journal of BIM Building Smart*, No. 14/01 Depósito Legal: 000478-2014.
- Machín Moreno Sergio, (2015), *Modelado y análisis de interoperabilidad MEP en un entorno BIM* (Tesis Maestría) Universidad de Valladolid.
- Gómez Rodríguez Matías, (2015) *Integración de procesos BIM en levantamiento de edificios existentes. Edificio de laboratorios de la E.T.S.I.E. Campus Universitario Reina Mercedes*. Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación.
- Oussouboure, Guere, Delgado Victore, Roberto, *La asignación de recursos en la Gestión de Proyectos orientada a la metodología BIM*. Revista de Arquitectura e Ingeniería 2017, Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193955500004> ISSN
- Pellicer de Gracia Jorge (2016). *Análisis de la prolongación de la Avda. de Francia (Valencia) empleando tecnología BIM*. (Tesis Maestría) Universidad Politécnica de Valencia
- Delgado Victore, Roberto. (2016). *El proceso de planificación en el Building Information Modeling BIM*.
- Ramírez Rodríguez David Gustavo (2018), *Aplicación de BIM en la formulación de proyectos inmobiliarios*. (Tesis Maestría) Universidad Nacional Autónoma de México.

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

- Sánchez Rivera Omar Giovanni (2014) *Metodología para la Elaboración de modelos del Proceso constructivo 5D con tecnologías BIM*. Universidad Industrial de Santander.
- Zambrano de la Garza Alejandro Leopoldo (1999), *Administración de proyectos de construcción* (Tesis Maestría) Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Salazar Alzate Manuel Fernando (2017), *Impacto económico del uso de BIM en el desarrollo de proyectos de construcción en la ciudad de Manzales*. (Tesis Maestría). Universidad Nacional de Colombia
- Cisternas Catalán Matías Alejandro (2017), *Modelación BIM 4 dimensiones, aplicación laboratorio de ingeniería*, (Tesis Maestría) Universidad Católica de la Santísima Concepción
- Prada Sánchez Silvia Juliana (2016), *Análisis de Bim “Building Information Modeling” como herramienta de decisiones gerenciales en proyectos de construcción*. (Tesis Maestría) Universidad Militar Nueva Granada
- Lerma Alan- Tekla (2018), *Aplicaciones BIM en estructuras complejas* Trabajo presentado en el *Segundo Congreso Internacional BIM CMIC*, Ciudad de México, México
- Toro Julián- Consulting & Construction (2018), *Integrando el modelo digital con OPEN BIM*, Trabajo presentado en el *Segundo Congreso Internacional BIM CMIC*, Ciudad de México, México
- Torres Alarcon Félix- Budegto (2018), *Importancia del Presupuesto en Proyectos BIM (5D)*, Trabajo presentado en el *Segundo Congreso Internacional BIM CMIC*, Ciudad de México, México.
- Sheng, Lee & Wei Tsong, Cheah & Khamidi, Dr. Mohd Faris. (2016). *5D Building Information Modelling – A Practicability Review*. MATEC Web of Conferences. 66. 00026. 10.1051/matecconf/20166600026.
- Smith Peter DR (2014), *BIM & th 5D Project Cost Manager*, International Cost Engineering Council & University of Technology Sydney, Sydney Australia

La importancia de la Metodología BIM dentro de un Proceso en la Etapa de Planeación de un Proyecto

- Felipe Choclán Gámez (2017), *Roles en procesos BIM*, es.BIM, España, disponible en www.esbim.es
- Daniel Forgues, Ivanka Iordonova, Fernando Valdivesio, Sheryl (2012). *Repensar el proceso de estimación de costos a través de BIM 5D: un estudio de caso*, Congreso de Investigación de la Construcción, Vancouver Canadá
- Felipe Choclán Gámez (2017), *Implementación de BIM en España*, es.BIM, España, disponible en www.esbim.es