



Temática: 1. Ingeniería de proyectos, tecnologías BIM, experiencias y aplicaciones.

“PROPUESTA DE UN MODELO PARA INTEGRAR LA METODOLOGÍA BIM 4D Y 5D CON LA GESTIÓN DE PROYECTOS EN EL SECTOR INMOBILIARIO DE ANTOFAGASTA, CHILE”

“PROPOSAL OF A MODEL TO INTEGRATE THE BIM 4D AND 5D METHODOLOGY WITH THE MANAGEMENT OF PROJECTS IN THE REAL ESTATE SECTOR OF ANTOFAGASTA, CHILE”

Luis Alvarado Acuña¹

Juan Huidobro Arabia²

Stephanny Acevedo Acevedo³

¹ Universidad Católica del Norte. Avenida Angamos 0610. Chile

² Universidad Católica del Norte. Avenida Angamos 0610. Chile

³ Universidad Católica del Norte. Avenida Angamos 0610. Chile

Resumen

En el presente artículo se esboza la investigación con el entregable “Documento compuesto por un escrito conteniendo el modelo Integrador de BIM 4D y 5D con la Gestión de Proyectos inmobiliarios y un video explicativo de la operatividad de la integración metodológica aplicada a las fases de planificación y control”. Con el objetivo de diseñar un modelo para integrar la Metodología BIM 4D y 5D con la Gestión de proyectos inmobiliarios, en las fases de planificación y control, en el contexto de Antofagasta, Chile. En otras palabras, Este documento parte de una buena definición del alcance definiendo su desglose del trabajo, luego a través de un modelo arquitectónico 3D de la construcción, creando y añadiéndole la programación al modelo y luego el adjuntarle el presupuesto todo ello en una plataforma virtual multiusuarios que contiene la información de diseño, pudiendo llegar a integrar las ubicaciones de los elementos, su característica física hasta su proveedor. La definición de la investigación se realizó bajo el estudio del caso de YIN 2002. Esta se diseñó utilizando un caso acoplado con dos unidades de análisis; La Universidad Católica de Norte y Empresas Constructoras del sector inmobiliario.

Palabras clave: Ciclo de vida del proyecto, Gestión de Proyecto, Metodologías Building Information Modeling, Gestión del Conocimiento y Gestión de Cambio.

Abstract



Este contenido se publica bajo licencia CC-BY 4.0



In the present article the investigation with the element “Member of BIM 4D and 5D with the management of real estate projects and an explanatory video of the operation of the methodological integration applied to the phases of planning and control” is shown. With the objective of designing a model for the BIM 4D and 5D Methodology with the management of real estate projects, in the planning and control phases, in the context of Antofagasta, Chile. In other words, this document is a good definition of the scope that defines the design of the work, then through an architectural model. 3D construction, creation and addition to the model and then the entire budget on a platform that contains multi-users. The design information, being able to reach the cubicles of the elements, its physical characteristic up to its supplier. The research was conducted in the real estate construction sector of the Antofagasta region, Chile. The definition of the research was carried out under the case study of YIN 2002. The research was designed using a case coupled with two units of analysis; The Catholic University of North and Construction Companies of the real estate sector.

Keywords: *Cycle of life, Project Management, Building Information Modeling Methodologies, Knowledge Management and Change Management.*

Introducción

Esta investigación se desarrolló como complemento y exigencia al título del programa Magister de Gestión Integral de Proyectos de la Universidad Católica del Norte sede Antofagasta, Versión XII. Donde el área de investigación es contextos generales de la Gestión de proyecto, analizando el sector construcción inmobiliario de Antofagasta, específicamente la implementación de la metodología BIM integrada con la metodología de Gestión de proyectos.

El tema surge de la necesidad de innovar y optimizar los procesos en la construcción inmobiliaria de la Región bajo metodologías estandarizadas, respondiendo a los requerimientos actuales del mercado.

Por la cual se propuso realizar una “Propuesta de un modelo para integrar la metodología BIM 4D y 5D con la Gestión de Proyectos en el sector Inmobiliario de Antofagasta, Chile” mediante un “Texto y Diagrama para Integrar la Metodología BIM 4D y 5D a la Gestión de Proyectos en el Sector Construcción inmobiliario en la región de Antofagasta, Chile”. Como entregable.

El problema de investigación

Síntomas:

- Actualmente en la Región existe una poca eficiencia en los proyectos de construcción.
- En el sector donde se realiza la Investigación existen algunas organizaciones con bajo nivel de madurez en Gestión de proyectos.
- El equipo gestor de proyecto no conoce bien el alcance del proyecto y producto.
- Como también en los proyectos nos encontramos con una deficiente Corporificación entre las diferentes especialidades y niveles jerárquicos.
- No se logra una visualización completa de los beneficios de las metodologías BIM en el ciclo de vida de proyecto.



- Poca incorporación de la gestión de proyectos en metodología BIM

Causa

- Mala Planificación de todos los recursos, poca vinculación entre las especialidades y el proyecto final. Generalmente no se verifica la trazabilidad de los proyectos y Nos encontramos con proyectos sin ingeniería del valor.
- Organizaciones con poca implementación de gestión en sus proyectos debido a que no se logra visualizar los beneficios y aporte de este.
- Debido a que existe una mala comunicación entre el equipo Gestor de proyectos, No baja la información hacia los mandos inferiores en las organizaciones, no hay una correcta integración.
- Debido a que como está casi en la génesis la implementación de las metodologías BIM, no todas las especialidades trabajan bien el mismo lenguaje.
- Debido al desconocimiento o poca visión de las metodologías BIM y poca visualización de los beneficios de la implementación en el ciclo de vida del proyecto ya que es un proceso a largo plazo.
- Debido a que en Antofagasta recién se está implementando las metodologías BIM no se han vinculado totalmente con la gestión de proyectos. Como también existen barreras de resistencia al cambio en conjunto con desconocimiento.

Diagnóstico

Actualmente en la región de Antofagasta se está tratando de implementar las metodologías BIM, pero en la mayoría de los casos solo se implementa solo una parte de ella, que es la referente a diseño, no se entiende muy bien o no se han integrado bien los integrantes del equipo como para implementar esta metodología a lo largo del ciclo de vida del proyecto. Por ello es difícil hablar de la interrelación de esta con la Gestión de Proyecto. Ya que en este pocas veces se logra la efectividad de la Gestión de proyecto en las organizaciones del sector.

Las necesidades del sector es la implementación de estas metodologías.

Pronóstico

En el caso de seguir tal y como se encuentra el sector, los proyectos estarán propensos a no ser efectivos con baja productividad, tendrán problemas con la integración y coordinación entre las diferentes especialidades y áreas, poca trazabilidad y constructibilidad entre otras, como también podremos seguir con mala definición del alcance de los proyectos, deficiencia en los controles, se podrá verse afectada la productividad, pueden realizarse duplicidad de trabajos o rehacerse trabajos, entre otros.

Control del Pronóstico

Es necesario implementar una eficiente coordinación e integración del proyecto para gestionar de la



Este contenido se publica bajo licencia CC-BY 4.0



forma más pertinente el proyecto en el ciclo de vida de este, por ello se propone utilizar la metodología Building Information Modeling (BIM) con la interrelación de la Gestión de Proyectos Para lograr un alcance correcto, interpretación, integración y coordinación desde las etapas temprana del proyecto en el ciclo de este. Logrando visualizar los posibles riesgos, disminuyendo errores en la ejecución por falta de coordinación, definiendo la calidad exacta y logrando la sostenibilidad de la construcción.

Planteamiento del Problema

Existen distintas causas que afectan efectividad y eficiencia de la gestión de proyectos en las organizaciones, es necesario estudiarlas y analizarlas para encontrar una solución idónea para estas deficiencias. El sector está requiriendo y necesitando utilizar la herramienta BIM para gestionar sus proyectos de forma eficaz y coordinada. Se propone un modelo que guíe y ayude a solucionar los problemas y a vencer las brechas que están en el sector actualmente en esta implementación.

El resultado de este modelo de gestión de proyectos debe ser efectivo y visualizar los beneficios en todo el ciclo de vida del proyecto aportando una guía en el proceso de utilización de ambas metodologías.

Formulación del problema

“Pregunta General”

¿Cómo Implementar la metodología Building Information Modeling en el ciclo de vida de los proyectos en el sector construcción?

Sistematización del Problema “Pregunta Específicas”

- ¿Cómo Implementar las metodologías BIM en la fase de planificación?
- ¿Cómo Implementar las metodologías BIM en la fase de seguimiento y control?

Objetivo General: Diseñar un modelo para implementar Gestión de Proyectos y la Metodología BIM en la etapa de planificación y control del proyecto en el sector construcción inmobiliaria Antofagasta, el cual sirva de guía o base para ser implementado en alguna organización de la Región.

Objetivo Específico: Vincular la Gestión de Proyecto con la metodología BIM en la fase de Planificación y Diseñar un modelo para el seguimiento y control que incorpore la gestión de proyectos y la metodología BIM.

La investigación se justifica debido a que es recurrente la falta de estandarización en los procesos de implementación de la metodología BIM en la etapa de planificación y control del proyecto, es por ello que el sector construcción (inmobiliario) se encuentra realizando esfuerzos para llegar a la estandarización y utilización en todas sus dimensiones, el temor al cambio es uno de las barreras más importantes del sector. las gestiones del sector generalmente se encuentran en una mala planificación desde el comienzo de su ciclo de vida y por ende conducen problemas en la ejecución de los proyectos. es por esta razón que se desea desarrollar un modelo de la metodología bim bajo el enfoque de la etapa de planificación y control del proyecto que ayudará en gran medida a resolver diferentes aspectos y que podrá ser utilizada como base o bien implementada por alguna organización relacionada con el rubro de la construcción.

La investigación contribuirá a definir mejor los alcances de los proyectos en las primeras etapas del proyecto y la Empresas, ayudará a mejorar las fases del ciclo de vida (Planificación y control) y sus proce-



...sos, permitirá alinear los objetivos del proyecto y la administración con los niveles inferiores de ejecución.

Por lo Tanto, la presente investigación tiene una justificación de tipo metodológica – práctico. Metodológico primeramente ya que se desea aportar a la metodología, por segundo la metodología práctica, ya que se desea probar esta teoría con un ejemplo práctico y funcional, a partir de un determinado marco teórico se busca encontrar solución a una problemática de un sector.

Metodología

La investigación del estudio de Caso de Yin (2002) aportará las herramientas que guiarán las distintas variables que permitirá en: 1º lugar delinear las fuentes de evidencia que respalden las proposiciones teóricas del diagnóstico planteado en la investigación y 2º lugar el estudio de Campo aportara evidencia y datos relacionados para el análisis del nivel de madurez de la gestión de proyectos en el sector, cuyo resultado permitirá la toma de decisión de cómo se desarrollará el tema de la investigación.

Marco teórico

Es la sección se trata las diferentes teorías Comenzando por las metodologías Building Information Modeling, seguido por la gestión de proyectos destacando el ciclo de vida del proyecto. Como también se trabajará en base a la Gestión del conocimiento y el Modelo de Madurez en gestión de proyectos. Los cuales construyen la base de las Proposiciones Teóricas desde donde se desprenden los Factores de Análisis a partir de los cuales se desarrollará todo el estudio empírico.

A continuación, se muestra un cuadro sinóptico de los tópicos de las teorías bases ya mencionadas:

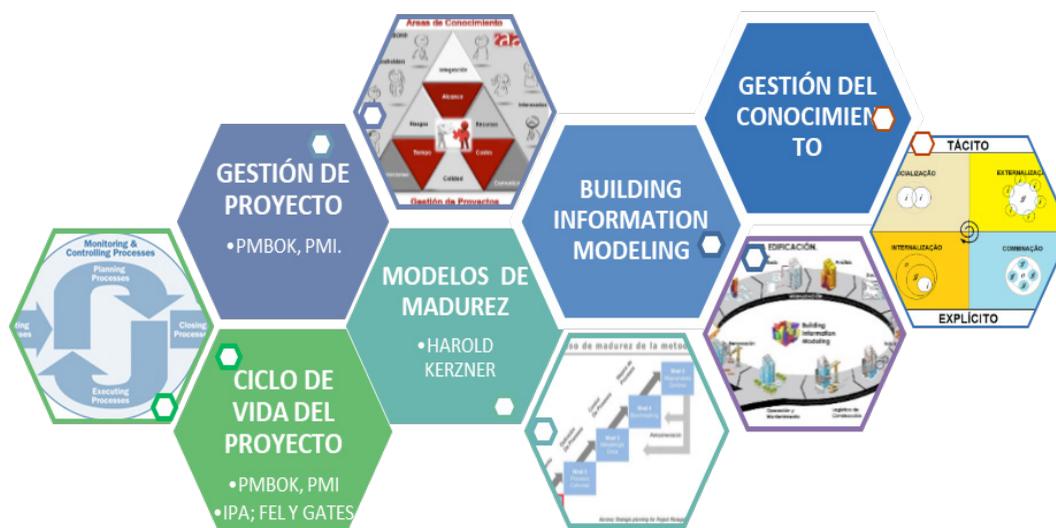


Figura 1. Cuadro sinóptico tópicos teóricos, Elaboración Propia, 2016.

Metodologías BIM

La metodología BIM es la integración coordinada del trabajo, que conlleva el diseño del proyecto en un modelo virtual con todas sus especialidades e instalaciones de la construcción, facilitar; la comunicación y la gestión del proyecto, facilita información de Cantidades (cubicaciones), con la información de la planificación y programación integrada nos conlleva a simulación del edificio con todas sus especialidades y es a lo que llamamos 4D. Además, podemos integrar la información correspondiente al presupuesto y obtendremos la quinta Dimensión (5D). Al modelo también se le puede realizar un análisis de sostenibilidad.

nibilidad o más conocida como construcción en verde (7D) y llevar un control integrado de todas sus dimensiones, aplicada al ciclo de vida del producto es decir incluyendo las operaciones(9D). Permite el control logístico (6D) y operacional del proyecto durante la vida útil del edificio, logrando la optimización los procesos, tales como inspecciones, reparaciones, mantenimientos, etc., predice situaciones riesgosas, prevenir errores e in-concordancias (8D).

Gestión de Proyectos:

La gestión de proyectos es la aplicación de conocimientos habilidades, herramientas y técnicas al proyecto para cumplir con los objetivos y requerimientos de este. El PMBOK® nos aporta con una guía para gestionar los proyectos en el cual da a conocer las 10 áreas del conocimiento y sus 47 procesos de la dirección de proyectos, agrupados de manera lógica, categorizados en cinco Grupos de Procesos”. Estos cinco Grupos de procesos son: Inicio, Planificación, Ejecución, Seguimiento y Control y Cierre.

Ciclo de vida del proyecto PMI

De acuerdo al PMBOK 5° edición: El ciclo de vida de un proyecto es la serie de fases por las que atraviesa un proyecto desde su inicio hasta su cierre. Las fases son generalmente secuenciales y sus nombres y números se determinan en función de las necesidades de gestión y control de la organización u organizaciones que participan en el proyecto, la naturaleza propia del proyecto y su área de aplicación. Las fases se pueden dividir por objetivos funcionales o parciales, resultados o entregables intermedios, hitos específicos dentro del alcance global del trabajo o disponibilidad financiera. Las fases son generalmente acotadas en el tiempo, con un inicio y un final o punto de control.

Nivel de Madurez Harold Keznerns

En el 2001 Harold Keznerns Realiza una adaptación del Modelo de madurez, el Project management maturity model (PMMM) bajo la filosofía del international Institute for learning, inc (IIL). Este modelo permite identificar las debilidades y fortalezas en conjunto con las capacidades a desarrollar para que sus proyectos logren el o los resultados esperados. El Project management maturity model cuenta con cinco niveles de medición de la Madurez en Gestión de proyecto en las organizaciones a través de una evaluación de los procesos de la organización, obteniendo como resultado el nivel de madurez de la organización. Los niveles son los siguientes; el nivel 1 lenguaje común, el nivel 2 procesos comunes, el nivel 3 metodología única, el nivel 4 denominado “benchmarking”, el nivel 5 denominado “mejora continua” como muestra la imagen.

Gestión del Conocimiento

La Gestión del conocimiento es una de las gestiones primordiales al hablar de generar valor en las organizaciones y trabajo en equipo, en el desarrollo de tecnologías, metodologías y estrategias, en otras palabras, la gestión de conocimiento es como tomamos el conocimiento, lo analizamos, lo guardamos, lo compartimos y lo utilizamos en nuestra empresa. Los equipos de trabajo al relacionarse con su entorno, pasan los datos a información, la información la convierten en conocimientos y cuando combinan ese conocimiento con las experiencias, valores y normas de las empresas están gestionando el conocimiento. De esta gestión nace la gestión del cambio donde utilizamos la utilizamos para ir adaptándonos a las diferentes situaciones del entorno, de las personas de los proyectos de los procesos.



Resultados

En el presente se muestra el análisis de la evidencia de la investigación, en este se exponen los resultados del estudio de campo y su posterior análisis de los factores de análisis, unidad de análisis y como se correlaciona con las múltiples fuentes de evidencias utilizadas todo ello contrastada con nuestro marco teórico con el objetivo de probar o refutar las proposiciones teóricas.

De nuestro marco teórico predominante nacen nuestras proposiciones teóricas, y de estas últimas nacen nuestros factores de análisis, de todo lo anterior nacen nuestras preguntas de investigación dando vida a las entrevistas y encuestas. Nuestras encuestas se desarrollan en el contexto del sector a investigación, que pertenece al sector construcción inmobiliaria de la región de Antofagasta, por lo cual es de este de donde nacen nuestras unidades de análisis, que en resumen son profesionales del área de construcción.

Esquema Resumen del Capitulo

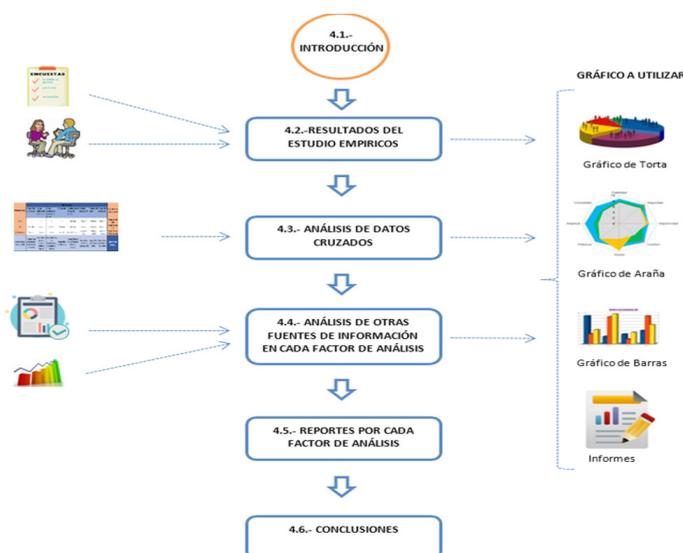


Figura 2: Análisis información Empírica, Análisis de datos

El siguiente sub-análisis de datos cruzados donde se realiza una explicación e interpretación de los datos obtenidos en las encuestas en este caso a la construcción y destacar que siendo el único factor de análisis a cruzar el de BIM,

y recolección de la información adaptado desde Yin, 2002

nivel corresponde al análisis a cruzar el de BIM,

Unidades de Análisis	Factor de análisis						Reporte Global por Unidad de análisis
	F1: Fases e hitos del ciclo de vida	F2: Interesados	F3: Nivel de Madurez en Gestión de Proyectos	F4: Nivel de Madurez en BIM	F5: Gestión del Cambio	F6: Gestión del Conocimiento	
UCN				Entrevistas			Reporte Resumen UCN
Eª Constructoras	Encuesta	Encuesta	Encuesta	Encuesta	Encuesta	Encuesta	Reporte Resumen Eª Constructoras



Figura 3. “Estructura para los Reporte del caso”, Adaptado desde Alvarado, 2015.

Resultados del estudio empírico

De acuerdo al estudio de campo los profesionales ligados a la construcción inmobiliaria en la región de Antofagasta, le da mayor importancia a las fases tempranas del proyecto como lo son el Inicio, planificación, construcción y ventas. Dejando atrás las fases de seguimiento y control, la post venta y el cierre, siendo este último no considerado. Los mayores problemas en el ciclo de vida del producto según los encuestados son los ligados al diseño, la planificación y coordinación del proyecto, los recursos y la normativa legal. En menor importancia se destacan los problemas con los stakeholders y la calidad.

De acuerdo al estudio los hitos de mayor importancia dentro de ciclo de vida del proyecto; es la aprobación del mandante que duplica el nivel de importancia de los hitos a continuación, seguido por tres hitos como lo son la entrega del plan del proyecto, la aceptación del producto o servicio y la firma del contrato de ventas. Dándole una nula importancia a la aceptación de los servicios de post-venta y cierre de los documentos del proyecto. De los interesados identificados se han seleccionado los claves siendo el más destacado el inversionista, seguido por; el mandante, en menor grado; los arquitectos, los Proyectistas Eléctricos, la Municipalidad y los usuarios entre otros. Los resultados obtenidos demuestran que las empresas ligada a la construcción se encuentran en dentro del nivel más elevado en la madurez en gestión de proyectos, no así en las metodologías, pero alcanzan el nivel más bajo en las competencias en gestión de proyectos. Seguidos por las herramientas en gestión de proyecto donde se obtuvo un nivel medio bajo al igual que los conocimientos de los profesionales en la PMO (oficina de gestión de proyectos) y un nivel medio en portafolio y programas y multiproyectos. Terminando en el nivel más bajo correspondiente al Desarrollo de Competencia en Dirección de Proyectos.

Los factores de resistencia al cambio que los profesionales han experimentado al querer implementar un cambio son: el aumento de las responsabilidades laborales, Seguido por la falta de información – desinformación, los factores históricos, la resistencia a experimentar, la poca flexibilidad organizativa. Siendo para ellos los más impactantes; el aumento de responsabilidades laborales, seguido por la resistencia a experimentar, los factores históricos y el miedo al fracaso. Donde se cree que los factores más nocivos para implementar un cambio son el clima de baja confianza y la poca flexibilidad organizativa con una incidencia muy marcada. Se piensa que para evitar o disminuir la probabilidad de ocurrencia de los factores de resistencia al cambio se necesita crear un plan estratégico para implementar el cambio, seguido por el compartir el conocimiento. En menor grado los profesionales creen que se debe invertir.

Se afirma que los mayores problemas relacionados a la resistencia al cambio surgen en el proceso de



implementación del cambio organizativo y durante el proceso de diseño del cambio. No se pone en duda la decisión del cambio. Los profesionales inciden en el apoyo de la gerencia y que los cambios deben partir comunicándose. El motivo de rechazo u oposición al cambio según los profesionales en un 80% son debido al desconocimiento (No saber), seguido no querer. Con una nula participación del “no poder realizar o adaptarse al cambio”. Se cree que el más nocivo para el desarrollo del cambio es “No querer adaptarse o no querer realizar los nuevos cambios”, seguido en menor grado “No saber adaptarte al cambio o no saber realizar los nuevos cambios”, no se pone en duda las capacidades.

En el proceso de generación del conocimiento en la metodología BIM, la socialización y la exteriorización se encuentra en un nivel aceptable, donde la combinación y la interiorización se encuentran bajas. Actualmente el sector se encuentra “Difundir el conocimiento y fomentar el uso de BIM” y se está “Impulsando la implantación de BIM en la industria a Nivel Nacional”. Dejando con nula participación a las etapas de “Unificando se crean estándares y Guías homogénea para su utilización” o “Sensibilizando a todas las Administraciones Públicas en el uso de BIM”.

Se piensa que el Sector Público es quien debería potenciar el uso de la metodología BIM, seguido por las Empresas Privadas y los Organismos educacionales. Dentro de los que se encuentran trabajando en la metodología BIM siendo el sector público el más destacado por los profesionales, seguido por las empresas privadas con un y los arquitectos. Si bien el nivel de madurez en Building information modeling (BIM) obtenido de los docentes de la universidad católica del norte es un nivel definido, se puede contractar con el nivel obtenido por los profesionales ligados a la construcción inmobiliaria donde se obtuvo un nivel inicial a más conocido como Pre-BIM. Donde lo que nos diferencia de nivel inicial al definido es que el inicial es basado en el 2D y a partir de él se genera un 3D desarticulado y el nivel definido se basa en el 3D paramétrico para generar un 2D y algunas cubicaciones, en cuanto a la colaboración y el flujo de trabajo es similar a la inicial.

Pero este último posee las ansias para una resolución temprana de conflictos, los retos del diseño y construcción alientan a apurar las fases del ciclo de vida del proyecto ahorrando tiempo.

Entregable

Como el entregable de la investigación corresponde a un “Documento compuesto por un escrito conteniendo el modelo Integrador de BIM 4D y 5D con la Gestión de Proyectos inmobiliarios y un video explicativo de la operatividad de la integración metodológica aplicada a las fases de planificación y control”, partiremos por definir el alcance del proyecto, cabe mencionar que se parte con un modelo 3D de un proyecto típico de construcción inmobiliario. La metodología BIM tiene como objetivo centralizar toda la información del proyecto en un modelo de información digital inteligente creado por todos los agentes aprovechando el uso eficiente de los recursos en las etapas tempranas. Vinculando la metodología BIM con las buenas prácticas de gestión de proyecto comenzamos a definir el alcance y desglose del trabajo para que se trabaje sola estructura.

Manual

PASO N°1: Alcance del Proyecto

Nuestro producto es un edificio de un punto de vista más táctico y funcional, como lo es la vivienda



Este contenido se publica bajo licencia CC-BY 4.0



que nos da características de confortabilidad comodidad u otras funciones que no prestará el edificio. Este abarca del inicio hasta terminado la operación y puesta en marcha. La descomposición involucra subdividir el trabajo del proyecto en porciones más pequeñas y fáciles de manejar a lo que se denomina paquetes de trabajo (fundaciones, muros, losas, etc.). Estos paquetes de trabajo deben permitirnos programar supervisar controlar y estimar costos. Son de estos paquetes de trabajo donde se derivan las actividades y más al detalle las tareas. En la figura se muestra la estructura de desglose del trabajo del proyecto ejemplo donde se muestra como se desglosa visualmente el alcance del proyecto en un segundo nivel.



Figura 4. EDT resumen, elaboración propia, 2017

PASO N°2: Cronograma del Proyecto

Por otra parte, se debe realizar un cronograma de dicho proyecto aludiendo a la secuencia constructiva determinada por la parte constructora, equipo gestor y mandante. Cabe mencionar que el nivel del cronograma debe ser mayor a medida que se le quiera dar un mayor detalle del proyecto, en otras palabras, se debe determinar la clase y el nivel del cronograma que se requiere o en la fase del proyecto que estemos veremos cuál será la más idónea. La clase del cronograma está definida en la fase del ciclo de vida del proyecto que nos encontremos a mayor adentramiento de la fase mayor es la clase de la programación, es aquí donde precisa el nivel de definición requerido del proyecto y su rango de precisión de la programación. El nivel está dado por el nivel detalle que se requiera entregar como por ejemplo el nivel 1 corresponde a un nivel alto, es decir estratégico de alta gerencia este cronograma es muy resumido. Llegando a un nivel 5 con los requerimientos operacionales para completar las actividades del proyecto.

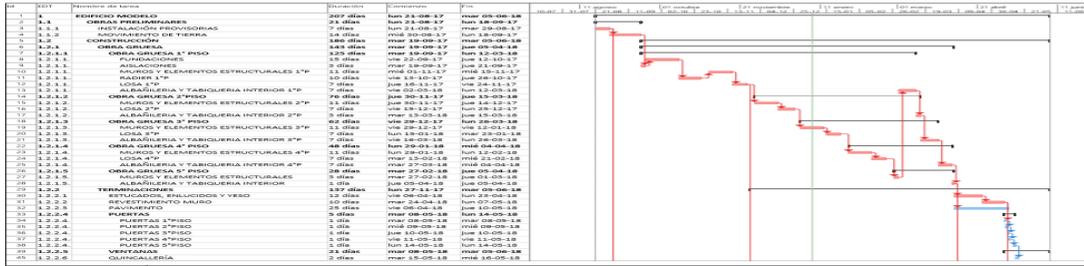


Figura 5. Cronograma parte 1, elaboración propia, 2017.

PASO N°3: Presupuesto del Proyecto

Con el Alcance definido a través de la EDT y el tiempo definido a través del cronograma, nos queda generar el presupuesto definiendo el costo del proyecto de construcción del edificio.

Este proceso se desarrolló estimando el costo de las actividades, primeramente, estimando de los recursos de cada actividad y su cantidad correspondiente. La cubicación bajo la utilización de la metodología BIM se realiza en forma automatizada y paramétricamente de lo diseñado, esta se obtiene al crear el elemento y se expresa a través de tablas (en el software Autodesk® Revit® utilizado en este modelo).

EDT	Nombre de tarea	unidad	cantidad	Precio unitario	Total
1	EDIFICIO MODELO				
1.1	OBRAS PRELIMINARES				
1.1.1	INSTALACIÓN PROVISORIAS	GL	1	\$ 10.792.800	\$ 10.792.800
1.1.2	MOVIMIENTO DE TIERRA	M3	2.880	\$ 14.440	\$ 41.587.200
1.2	CONSTRUCCIÓN				
1.2.1	OBRA GRUESA				
1.2.1.1	OBRA GRUESA 1º PISO				
1.2.1.1.1	FUNDACIONES	M3	84	\$ 296.034	\$ 24.866.875
1.2.1.1.2	AISLACIONES	M2	2.120	\$ 4.877	\$ 10.340.197
1.2.1.1.3	MUROS Y ELEMENTOS ESTRUCTURALES	M3	130	\$ 278.487	\$ 36.203.307
1.2.1.1.4	RADIER 1ºP	M3	79	\$ 281.155	\$ 22.211.218
1.2.1.1.5	LOSA 1ºP	M3	78	\$ 281.155	\$ 21.930.064
1.2.1.1.6	ALBAÑILERIA Y TABIQUERIA INTERIOR	M2	30	\$ 13.120	\$ 393.600
1.2.1.2	OBRA GRUESA 2ºPISO				
1.2.1.2.1	MUROS Y ELEMENTOS ESTRUCTURALES	M3	130	\$ 278.487	\$ 36.203.307
1.2.1.2.2	LOSA 2ºP	M3	78	\$ 281.155	\$ 21.930.064
1.2.1.2.3	ALBAÑILERIA Y TABIQUERIA INTERIOR	M2	217	\$ 13.120	\$ 2.847.040

Figura 6. Presupuesto, adaptación proyecto, 2017.

PASO N°4: El modelo 3D

Una vez definido el presupuesto solo nos faltaría la base del modelo, este modelo corresponde al diseño del edificio en 3D realizado en el software Autodesk® Revit®. El edificio cuenta con 5 niveles siendo uno de ellos estacionamiento, conserjería, gimnasio y salas de eventos. El edificio posee 3 niveles habitacionales con 6 departamentos por piso y una terraza equipada, con un tramo visitable.



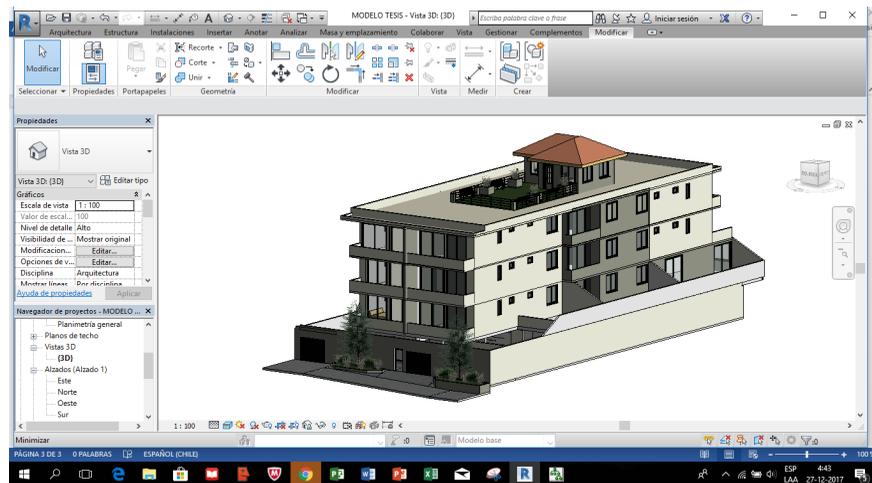


Figura 7. Edificio modelo 3D, elaboración propia, 2017.

PASO N°5: La exportación de Revit® a Navisworks®

El proyecto se puede guardar de distintas maneras puede guardarse en Revit® directamente y abrirse en Navisworks® con las propiedades del Revit® de forma tradicional O puede exportarse en formato Navisworks®.

PASO N°6: La vinculación de la programación al modelo (4D)

En Navisworks® nos aparecerán diferentes pestañas en la parte superior y ventanas en los laterales que nos permitirán seleccionar los objetos como el árbol de selección, vistas, propiedades, etc. Según vamos requiriendo se le añaden más vistas de las herramientas. Siguiendo con la explicación de las herramientas, al lado derecho del cash detective nos encontramos con el TimerLiner que es la herramienta para realizar nuestro 4D. Para trabajar con la programación nos vamos al subnivel llamado "Herramientas" ahí seleccionamos el botón TimerLiner y vinculamos el cronograma al modelo virtual. Seleccionamos los elementos del diseño correspondientes a la partida (tarea) y lo enlazamos de la misma forma antes descrita (seleccionamos en el árbol de selección, sin soltar seleccionamos la tarea al cual corresponde el elemento y seleccionamos enlazar: enlazar selección actual).

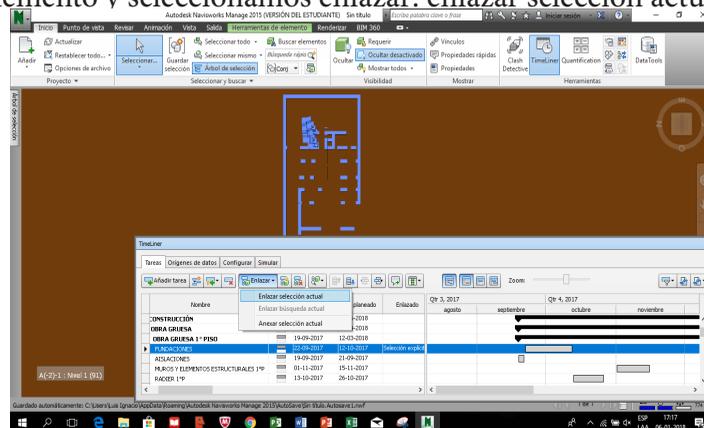


Figura 8. Enlazado Fundaciones, Elaboración propia, 2017.

Seleccionamos los elementos del diseño correspondientes a la partida y lo enlazamos al final de todo el proceso lo cual nos arrojará la secuencia de construcción gráficamente lo denominado 4D, a continuación, se representa la

secuencia en imágenes.



Figura 9. Simulación 3, Elaboración propia, 2017.

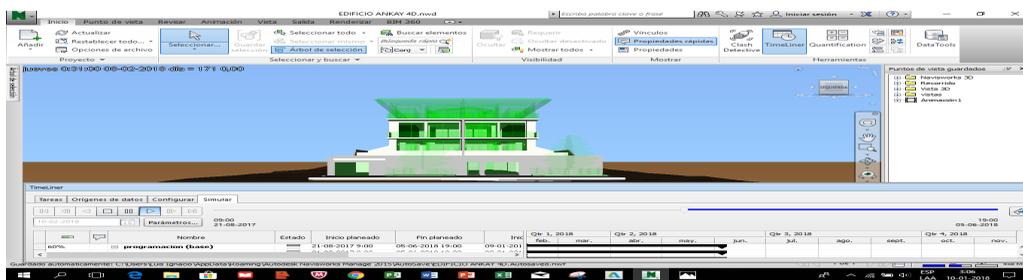


Figura 10 Simulación 7, Elaboración propia, 2017.

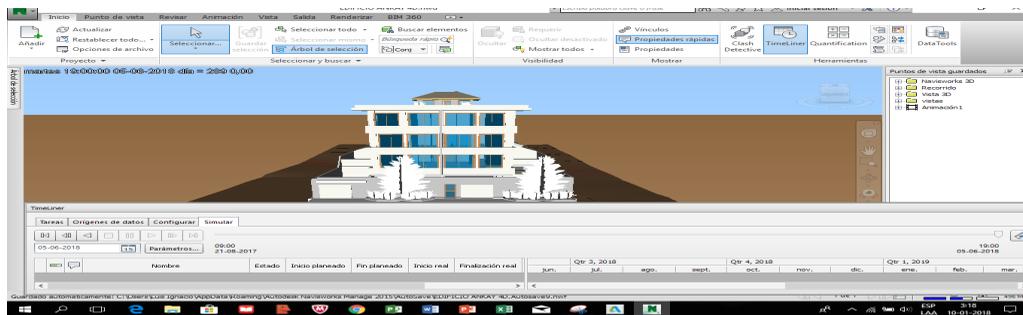


Figura 11 Simulación 11, Elaboración propia, 2017.

PASO N°7: Vinculación del presupuesto al modelo (5D)

Para añadir el presupuesto al modelo en Navisworks® añadimos la columna costo total, esta puede llevar un mayor detalle dependiendo del nivel que se requiera puede desglosarse en los tipos de recurso como el precio unitario en columnas por tipo de recursos. Como también hay varias formas de vincular el presupuesto al modelo. Al añadir las columnas del presupuesto se va rellenando en este caso las columnas del costo por tipo de recursos lo que automáticamente se suma en la columna de costo total. Se rellenan las columnas hasta terminar las actividades del proyecto.



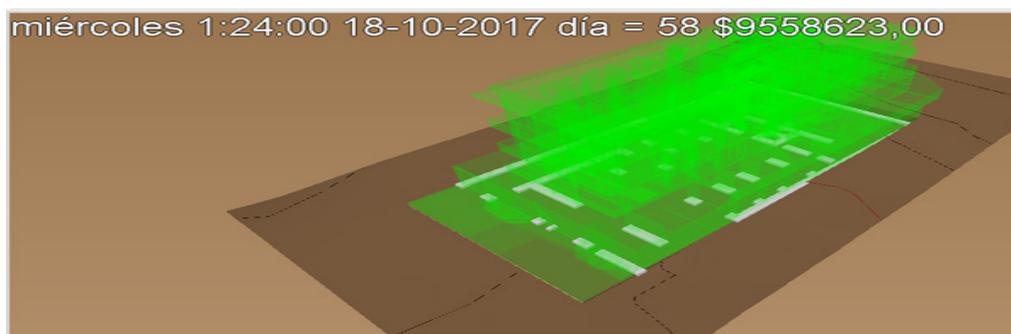


Figura 12. Simulación con Presupuesto, Elaboración propia, 2017.

Conclusiones

Respecto a **Pregunta general:** De la investigación se puede deducir que se necesita vincular coordinadamente las metodologías BIM con los procesos de la gestión proyectos. Los profesionales no quieren aumento de responsabilidades, Tienen resistencia al cambio, Necesitan el apoyo de la gerencia y necesitan capacitarse.

Objetivo general: Diseñar un modelo para integrar la Metodología BIM 4D y 5D con la Gestión de proyectos inmobiliarios, en las fases de planificación y control, en el contexto de Antofagasta, Chile. Es idóneo al Entregable.

Hipótesis: Con el desarrollo de la investigación, puntualmente por las teorías expuestas en el marco referencial las cuales han sido expuestas y probadas a nivel internacional. Los beneficios dan respaldo a estas hipótesis, el resolver conflicto anticipadamente la transparencia de la información el efecto grafico entre otras.

Respecto a la Propositiones son las siguientes: El Análisis del Ciclo de Vida del proyecto, nos ayuda a definir las fases, los hitos, los interesados y los entregables del proyecto: Se destaca la importancia de la planificación, seguido por la concepción y la construcción dándole cero importancias al cierre. Los mayores problemas en el ciclo de vida del producto según los encuestados son los ligados al diseño, la planificación y coordinación del proyecto, los recursos y la normativa legal. En menor importancia se destacan los problemas con los stakeholders y la calidad.

Los hitos principales: la aprobación del mandante, el plan del proyecto, la aceptación del producto y los contratos de venta. Los principales problemas de la construcción están ligado a los permisos, al equipo gestor del proyecto y a la planificación.

Una correcta implementación de la Gestión de proyectos nos ayudará a alcanzar los objetivos del producto y proyecto, mediante una correcta planificación y control que me permita tomar las acciones correctivas y preventivas para así lograr los objetivos deseados: Si bien el nivel de madurez en gestión de proyecto en el sector es medianamente alto sus capacidades, la utilización de herramientas y PMO son baja. Se poseen conocimiento, pero no se implementan.

Las Metodologías BIM nos ayudan a planificar mejor de forma gráfica: Contrastándose además con el nivel de madurez en metodología BIM en las organizaciones nos encontramos en un nivel inicial y en la universidad un nivel definido se concluye que son por esfuerzos aislados de las carreras donde aún no se vincula las profesiones del área en la metodología BIM (como plan de la organización).

Una correcta utilización de la gestión del Conocimiento nos guía a transferir el conocimiento: los procesos de aprendizaje medio, se está interiorizando muy poco, que el compartir las experiencias y el conocimiento entre empresa es bajo. Donde se está hablando del tema de individuo a individuo en general y dentro de la organización, pero en su medida. Se debe impulsar la implementación en la industria y difundir los conocimientos que los organismos educacionales y las organizaciones privadas deberían invertir más para disminuir las brechas en la implementación de la metodología BIM.

Respecto al Marco Referencial: Me parece interesante poder contrastar la teoría de Gestión de proyectos con las metodologías BIM, una de las fortalezas es que el marco teórico es robusto, tan amplio que se puede desbordar.

Respecto a la metodología de Investigación: Nuestro Método de Estudio Descriptivo, Hipótesis se pretende llegar a un conocimiento explicativo además se utilizó. La metodología del caso que nos permitió alinear las fuentes de evidencia, haciendo firme nuestros fundamentos y desarrollo del tema.

Respecto a la importancia del tema a Investigar: El Sector Inmobiliario de Antofagasta pasando por un estancamiento debido a los diversos factores ambientales, las exigencias gubernamentales entre otras y el mismo sector está imponiendo el uso de las tecnologías entre ellas BIM y es interesante aportar al desarrollo de ella. Viendo tantas brechas Implementación que es importante lograr establecer un modelo que nos guie en este desafío.

Respecto a las Nuevas líneas de investigación y estudios futuros: Integración en las universidades, Gestor de la Corporificador, Uso de Drones en diseño, planificación y control Y Extender al ciclo de vida del proyecto.

Bibliografía

- SERER, M. 2006 Gestión integrada de proyectos. 1ª Edición. Barcelona, España. ©EDICIONES UPC Universitat Politècnica de Catalunya.
- KERZNER, H. Strategic Planning for Project Management using a Project Management Maturity Model. 1a Edición. New York, (USA). JHON WILEY & SONS, INC 2001.
- KERZNER, H. Using the Project Management Maturity Model. 2ª Edición. Estados Unidos. JHON WILEY & SONS, INC 2005.
- VERRI L.A., traducción de PABLO MARCELO RIAT. “Éxito en Proyectos de Capital” editorial Quality-mark. (Capítulo 2 del libro) <http://www.mantenimientomundial.com/sites/mm/notas/Concepto%20de%20IPA%20y%20PMI.pdf>
- ALVARADO, L. texto gestión estratégica en el siglo xxi, 2011.
- HUIDOBRO, J. Apuntes Gestión de cronograma del proyecto, MeGIP 2016.
- HUIDOBRO, J. Apuntes Gestión de costos del proyecto, MeGIP 2016. OCDE©. 2015. OCDE© 360 CHILE. ¿En qué situación está Chile comparativamente? http://www.oecd360.org/chile?utm_source=oecdorg&utm_medium=focusbox&utm_campaign=oecd360launch.
- Universidad de Chile, encuesta nacional BIM, 2016.
- Primera encuesta BIM Latinoamericana, INCONET- CDT, 2016.
- PMI®. 2013. Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos - PMBOK®. 5ª Edition PMI®.



- Newtown Square – Pennsylvania, Project Management Institute.
- IPMA. 2006. ICB – IPMA Competence Baseline, ICB – IPMA Competence Baseline, Version 3.0, Nijkerk The Netherlands, International Project Management Association.
- KARAN, EP; IRIZARRY, J; HAYMAKER, J. 2016. BIM and GIS Integration and Interoperability Based on Semantic Web Technology, Journal Of Computing In Civil Engineering, Volumen: 30 Número: 3, Número de artículo: 04015043, DOI: 10.1061/(ASCE)CP.1943-5487.0000519, MAY 2016.
- JURADO EGEA, J. 2016. Aprendizaje integrado en arquitectura con modelos virtuales: implementación de metodología BIM en la docencia universitaria, Tesis Doctoral Universidad Politécnica de Madrid.
- BERRIOS MARÍA, 2004. Aplicación de un modelo de madurez de gerencia de proyectos para una institución bancaria, Universidad Católica Andrés Bello caracas. Tesis Postgrado en gerencia de proyectos.
- BOLÍVAR JOSÉ MIGUEL Y TEIXEIRA MARCOS, 2013. Mejores Prácticas para Proyectos de Minería, The IPA Institute, Advancing Project Knowledge,
- MASCARO LA ROSA CESAR, 2014. Presentación General “Introducción a los Proyectos de Ingeniería”, HIM proyectos y consultorías S.A.C.

