



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

“Análisis comparativo de la aplicación de la metodología BIM en la etapa de Pre-Construcción y sus efectos en la Construcción de proyectos hoteleros de la empresa Orion Group, 2018 – 2019.”

Presentado por:
Will Jhonatan Durand Florez

Para optar al título profesional de
Ingeniero Civil

Asesor:
Mgt. Ing. Hugo Cana Paullo

CUSCO – PERÚ
2019



Dedicatoria.

En primer lugar, a Dios y a la Virgen María por cuidar mis pasos y los de mi familia durante todos estos años.

A mis padres por enseñarme que el trabajo duro, continuo y honrado es el único camino que produce resultados satisfactorios y duraderos.

Y a mis hermanos por ser mi ejemplo de profesionales correctos y capaces, y por todo el apoyo incondicional que me han brindado a lo largo de toda mi etapa universitaria.



Agradecimiento.

Aprovecho este espacio para agradecer a mi asesor, el ingeniero Hugo Cana, por el apoyo desinteresado e incondicional por todo el tiempo brindado a mi persona durante el desarrollo de esta tesis. quien me orientó con gran paciencia en las reuniones para la elaboración de esta investigación, siempre será un buen referente de perfil profesional.

Agradezco también a la empresa Orion Group S.A.C. por el apoyo brindado a mi persona y la libertad del empleo de la información necesaria para la realización de la presente tesis.

A todos los profesionales que me dieron consejo, opinión y apoyo en el desarrollo de esta investigación y que sin su participación no hubiera podido alcanzar las metas del presente trabajo

Finalmente agradecer a la Universidad Andina del Cusco no solamente por la formación y capacitación profesional, sino también por todas las experiencias que han forjado mi perfil como persona y me han dotado de las herramientas para afrontar al mundo laboral.



Resumen

La investigación tiene por nombre.” ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN LA ETAPA DE PRE-CONSTRUCCIÓN Y SUS EFECTOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS HOTELEROS DE LA EMPRESA ORION GROUP, 2018 – 2019.” En la presente investigación se compararon los efectos de los diferentes grados de maduración de la metodología BIM sobre la construcción en el Perú, tratando en todo momento que se genere un fiel retrato de la realidad de este rubro en la actualidad. La metodología “tradicional” de llevar la dirección y gestión de proyectos esta mostrando sus falencias, por lo cual el siguiente paso en la búsqueda de la optimización de esta industria es el empleo de nuevas metodologías, pero teniendo tantas y queriendo aplicarlas todas a la vez se generan más problemas que beneficios, siendo así prudente centrarse en uno a la vez hasta lograr su máximo desarrollo, siendo el elegido en la investigación la metodología BIM. Frente a esta la investigación tubo como hipótesis inicial que mientras mas ceñido sigamos lo que dictan las guías de aplicación, y mayor sea el grado de maduración (clasificación elegida de la metodología para la presente investigación) escogido, mejores serán los efectos y resultados obtenidos en los proyectos.

Para ratificar o refutar lo anteriormente dicho se recopiló información de 4 proyectos hoteleros manejados por la empresa ORION GROUP y construidos durante le periodo 2018 - 2019, a los cuales se les aplicó diferentes grados de maduración de la metodología BIM, se tomó mayor interés en información referida al presupuesto, cronograma y acuerdos formulados en la etapa de Pre-construcción y las variaciones del presupuesto y cronograma vistos en la etapa de construcción del proyecto y los RDI's formulados por deficiencias en etapas anteriores, con esta información se generaron fichas de documentación y resumen para manejar de mejor manera la basta cantidad de datos manejados y se realizaron comparaciones entre los proyectos y comparaciones con lo esperado según el marco teórico de la metodología, obteniendo al finalizar una idea del estado actual de la aplicación de la metodología BIM en el Perú.

Tras realizar los análisis y las comparaciones se llegó a ver que el aplicar los diferentes grados de maduración de la metodología BIM tal como lo indican las guías de aplicación es contraproducente, ya que fueron formuladas teniendo en cuenta otra realidad y otro perfil de profesionales por lo cual la presencia de adaptaciones y modificaciones a la metodología son necesarias para lograr obtener beneficios dentro de la construcción en el Perú, las cuales se han ido dando como queda registrado en la investigación, el resultado final es un soporte técnico



que apoyara al lector a poder identificar el grado de maduración idóneo a aplicar en su proyecto con los recursos y el grupo de profesionales que posee y saber cuáles serán los aspectos afectados por estos, produciendo mejores tomas de decisiones, así también las fichas de documentación y el sistema de desarrollo empleado fueron formulados para la presente investigación sin tener un referente nacional o latinoamericano de los mismos, pudiendo servir de tal forma como un apoyo para realizar esta misma investigación en otros proyecto, pudiendo generar de esta manera una mayor base de datos que sirviera como referente para la aplicación de la metodología BIM en el país.

PALABRAS CLAVE

BIM, Construcción en el Perú, RDI's, Grados de maduración, Orion Group



Abstract

The investigation has for name: "COMPARATIVE ANALYSIS OF THE APPLICATION OF THE BIM METHODOLOGY IN THE PRE-CONSTRUCTION STAGE AND ITS EFFECTS IN THE CONSTRUCTION OF HOTEL PROJECTS OF THE COMPANY ORION GROUP, 2018 - 2019." In the present investigation, the effects of the different degrees of maturation of the BIM methodology on construction in Peru were compared, trying at all times to generate a faithful portrait of the reality of this item today. The "traditional" methodology of leading the direction and management of projects is showing its flaws, so the next step in the search for optimization of this industry is the use of new methodologies, but having so many and wanting to apply them all at once are generated more problems than benefits, thus it is prudent to focus on one at a time until reaching its maximum development, the BIM methodology being chosen in the research. In the face of this research, it was the initial hypothesis that the more tight we follow what the application guidelines dictate, and the greater the degree of maturation (chosen classification of the methodology for the present investigation) chosen, the better the effects and results obtained in the projects.

To ratify or refute the aforementioned, information was collected from 4 hotel projects managed by the ORION GROUP company and built during the 2018 - 2019 period, to which different degrees of maturation of the BIM methodology were applied, greater interest in information was taken referred to the budget, schedule and agreements formulated in the Pre-construction stage and the variations of the budget and schedule seen in the construction stage of the project and the RDI's formulated by deficiencies in previous stages, with this information documentation sheets were generated and summary to better manage the large amount of data handled and comparisons were made between the projects and comparisons with the expected according to the theoretical framework of the methodology, obtaining at the end an idea of the current state of the application of the BIM methodology in the Peru.

After carrying out the analyzes and comparisons, it was possible to see that applying the different degrees of maturation of the BIM methodology as indicated in the application guidelines is counterproductive, since they were formulated taking into account another reality and another profile of professionals. which the presence of adaptations and modifications to the methodology are necessary to obtain benefits within the construction in Peru, which have been given as recorded in the investigation, the final result is a technical support that will support the reader to be able to Identify the appropriate degree of maturation to apply in your project with



the resources and the group of professionals you have and know what the aspects affected by these will be, producing better decision-making, as well as the documentation sheets and the development system used were formulated for the present investigation without having a national or Latin American reference of these, being able to serve in this way as a support to carry out this same research in other projects, being able to generate in this way a larger database that would serve as a reference for the application of the BIM methodology in the country.

KEYWORDS

BIM, Construction in Peru, RDI's, Maturation degrees, Orion Group



Introducción.

La metodología BIM, por todas las características y atributos que ofrece es sin lugar a duda un paso importante a tomar dentro de la evolución de la construcción en el Perú, si bien a lo largo de los últimos años el nombre de la metodología ha logrado alcanzar a un número mayor de profesionales, el dominio que se tiene sobre los conceptos y su aplicación deja mucho que desear, y claro que es posible encontrar informes y documentos sobre experiencias de la aplicación de la metodología BIM en proyectos dentro de la industria de la construcción peruana, pero el enfoque tomado y la información que brindan no permiten dar las luces adecuadas al tema, alejando a los profesionales de los verdaderos resultados y obstáculos atravesados tras la aplicación de la metodología BIM, por lo cual es necesario la aparición de investigaciones, como la presente, que busquen abordar todos los aspectos, conceptos, procesos, operaciones y herramientas que constituyen a esta metodología y de ser posible enfocados en la realidad de la construcción dentro del país.

La dirección de proyectos de construcción es todo un reto, esto debido al gran número de aspectos y especialidades que conforman la obra concluida, y el reto no hace más que complicarse con el constante crecimiento de la construcción en el Perú. La aparición de obras cada vez más grandes y más complejas, así como el aumento en el número de participantes dentro de los proyectos, dificulta la organización, la planificación, el control y el liderazgo de estos. Esta problemática, por llamarlo de alguna forma, es la que permitió ver que la forma “tradicional” con la que se manejan los proyectos es deficiente, por lo cual los beneficios y ventajas que ofrece la aplicación de la metodología BIM en la dirección de proyectos la volvió el tema central de la presente investigación.

Si bien la metodología BIM se viene usando, ya por muchos años, por las empresas de vanguardia del rubro de la construcción en el mundo y existen así registro de las experiencias de su aplicación en proyectos de diferentes ramas de la construcción y con diferentes envergaduras, su aplicación en el contexto peruano resulta ser complicada, y esto debido al escenario característico del país, por lo cual guiarse por experiencias externas a nuestro medio resulta contra productivo, por lo menos para las empresas de pequeño y mediano alcance que carecen o manejan de forma básica aun los recursos y/o aspectos necesarios para la aplicación a cabalidad de la metodología. Por lo cual se optó por enfocar la investigación en el desenvolvimiento que llega a alcanzar la metodología BIM dentro del contexto de la construcción peruana en sus diferentes niveles, pudiendo así apreciar las características que



adoptan tras su aplicación y comparar sus resultados entre ellos y con lo esperado de forma teórica.

Bajo ese enfoque en la investigación se analizará la aplicación de los diferentes niveles o grados de maduración de la metodología BIM en proyectos hoteleros desarrollados en el Perú, estas manejadas por la empresa Orion Group.

La investigación inicia con la idea de que mientras mayor sea el nivel o grado de maduración de la Metodología BIM aplicada en la etapa de Pre-Construcción requerirá de una mayor inversión de dinero y recursos en dicha etapa, pero se verá una reducción del tiempo invertido y se obtendrá un proyecto ejecutivo de mayor calidad, esto promoverá la reducción de variaciones en el cronograma y el presupuesto en la etapa de Construcción, y es en base a refutar o corroborar esta primera noción, que se dirigirán los esfuerzos de la tesis.

La presente investigación se realizó buscando obtener, aparte de una fuente concisa de información conceptual de la metodología BIM y de los aspectos a manejar entorno a su aplicación, una muestra de las variaciones que se obtuvieron por el empleo de los diferentes grados de maduración de la metodología en diferentes proyectos y una comparación entre estas, la cual toma gran importancia resaltando que la aplicación de cada grado de maduración representa una inversión mayor al grado anterior, y el conocer los beneficios que se obtienen tras aplicar cada una de ellas en el entorno de la construcción peruana, permitirá una mejor toma de decisiones por parte de los profesionales y empresas que deseen aplicar la metodología BIM en sus proyectos.

Para el desarrollo de esta investigación se buscó el consultar a empresas gestoras y constructoras sobre sus experiencias al aplicar la metodología BIM, se tuvo la suerte de contar en el proceso con el apoyo de la empresa Orion Group que, además de facilitar la información y los datos en base a los cuales se realizaron los análisis y resultados de la investigación, dotarán de los conceptos básicos y necesarios para encaminar y delimitar adecuadamente este tema, el cual para tratar de transmitirlo de la forma más adecuada posible se tratará de generar todo un contexto de las nociones básicas de la construcción en el Perú, acompañado de un marco teórico conciso que permita entender rápidamente los conceptos manejados en la investigación en relación a los proyectos, sus etapas, procesos y operaciones dentro de estos, antes de hablar de la metodología BIM y todo lo que representa.

Finalizo esta introducción, indicando que lo que se deseó obtener al finalizar la investigación es un fiel retrato de los fenómenos que se ven tras aplicar los diferentes grados de maduración



BIM en proyectos dentro de la construcción en el Perú y si bien las conclusiones alcanzadas no podrán ser abiertamente trasladadas a otro tipo de edificaciones que no sean proyectos hoteleros, sí servirán de referencia, al menos para una mejor toma de decisiones para futuras aplicaciones de la metodología esperando entregar de forma transparente y concisa los análisis y resultados que se vayan a generar durante la investigación.





ÍNDICE GENERAL

- 1. Capítulo I: Planteamiento del problema 1
 - 1.1. Identificación del problema. 1
 - 1.1.1. Descripción del problema 1
 - 1.1.2. Formulación interrogativa del problema 5
 - 1.2. Justificación e importancia de la investigación 6
 - 1.2.1. Justificación técnica..... 6
 - 1.2.2. Justificación social..... 6
 - 1.2.3. Justificación por viabilidad..... 7
 - 1.2.4. Justificación por relevancia. 7
 - 1.3. Limitaciones de la investigación 8
 - 1.4. Objetivo de la investigación 8
 - 1.4.1. Objetivo general..... 8
 - 1.4.2. Objetivos específicos 9
- 2. Capítulo II: Marco teórico 10
 - 2.1. Antecedentes de la tesis. 10
 - 2.1.1. Antecedentes a nivel nacional 10
 - 2.1.2. Antecedentes a nivel internacional 13
 - 2.2. Aspectos teóricos pertinentes 16
 - 2.2.1. Proyectos..... 16
 - 2.2.1.1. Fases o etapas de un proyecto..... 16
 - 2.2.2. Proyectos en el ámbito de la construcción..... 16
 - 2.2.2.1. Etapas en los proyectos de construcción. 17
 - 2.2.3. Metodologías de manejo de información 29
 - 2.2.3.1. Tecnología de la información (ti) 29
 - 2.2.3.2. Metodología “tradicional” de gestión de la información..... 30
 - 2.2.3.3. Metodología bim..... 32
 - 2.3. Hipótesis 39
 - 2.3.1. Hipótesis general 39
 - 2.3.2. Sub hipótesis..... 39
 - 2.4. Definición de variables. 40
 - 2.4.1. Variables independientes 40
 - 2.4.2. Variables dependientes 40
 - 2.4.3. Cuadro de operación de variables..... 41
- 3. Capítulo III: Metodología. 43



3.1.	Metodología de la investigación.....	43
3.1.1.	Tipo de investigación.....	43
3.1.2.	Nivel o alcance de la investigación	43
3.1.3.	Método de investigación.....	43
3.2.	Diseño de la investigación	44
3.2.1.	Diseño metodológico	44
3.2.1.1.	Tipo de diseño de la investigación.....	44
3.2.2.	Diseño de ingeniería	45
3.3.	Población y muestra.....	46
3.3.1.	Población	46
3.3.2.	Muestra	46
3.3.3.	Criterios de inclusión.....	47
3.4.	Instrumentos	47
3.4.1.	Instrumentos metodológicos o instrumentos de recolección de datos.....	47
3.4.2.	Instrumento de ingeniería	50
3.4.2.1.	Guías de interpretación procedimental.	50
3.4.2.2.	Instrumentos para la recolección de datos.	50
3.5.	Procedimientos de recolección de datos	51
3.5.1.	Recolección de la información.	51
3.6.	Procedimientos de análisis de datos y obtención de resultados.....	64
3.6.1.	Revisión del nivel o grado de maduración bim aplicado de cada proyecto.....	64
3.6.2.	Tiempo de diseño y formulación	67
3.6.3.	Costos de diseño y formulación.....	71
3.6.4.	Variaciones en el cronograma	75
3.6.5.	Variaciones en el presupuesto.	78
3.6.6.	Calidad del proyecto ejecutivo empleado en la etapa de construcción.	85
4.	Capítulo IV: Discusión	91
Glosario	96
Conclusiones	99
Recomendaciones.....		101
Referencias	102
Anexos	104



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Estimado de desperdicio en obras de edificación. 3

Tabla 2: Porcentaje de fuentes de problemas en obra producidos desde la Pre-construcción ... 4

Tabla 3: Cuadro de Operacionalización de Variables 42

Tabla 4: Ficha de documentación – Resumen de proyecto y Etapa de Pre-construcción 48

Tabla 5: Ficha de documentación – Etapa de Construcción. 49

Tabla 6: Ficha de documentación: IBIS Reducto – Resumen de proyecto y Etapa de Pre-construcción. 53

Tabla 7: Ficha de documentación: IBIS Reducto – Etapa de Construcción 54

Tabla 8: Ficha de documentación: HIEXP Piura – Resumen de proyecto y Etapa de Pre-construcción. 56

Tabla 9: Ficha de documentación: HIEXP Piura – Etapa de Construcción. 57

Tabla 10: Ficha de documentación: HIEXP LIMA – Resumen de proyecto y Etapa de Pre-construcción. 59

Tabla 11: Ficha de documentación: HIEXP LIMA – Etapa de Construcción. 60

Tabla 12: Ficha de documentación: HINN MIRAFLORES – Resumen de proyecto y Etapa de Pre-construcción..... 62

Tabla 13: Ficha de documentación: HINN MIRAFLORES – Etapa de Construcción..... 63

Tabla 14: Comparación de características de los grados de maduración BIM – observado vs teórico..... 65

Tabla 15: Rendimiento de la etapa de Pre-construcción. 68

Tabla 16: Funciones desempeñadas por el personal agregado en la etapa de Pre-construcción, observado vs teórico..... 70

Tabla 17: Comparación de programas empleados en cada grado de maduración BIM – Teórico vs Observado..... 74

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Variación del PBI por sector económico 2019	1
Figura 2: Porcentaje de fuentes de problemas en obra producidos desde la Pre-construcción.	4
Figura 3: Ciclo de vida de los proyectos de construcción.	18
Figura 4: Ciclo de inversión - Invierte.pe.....	18
Figura 5: Diagrama de jerarquía del contenido del tema etapas en los proyectos de construcción.....	20
Figura 6: Los planos y la construcción.....	22
Figura 7: Cronograma – Diagrama Gantt- y ejecución de un proyecto.....	24
Figura 8: Interacción entre los procesos del proyecto en el método “tradicional” de gestión de información.	29
Figura 9: Flujo de Información Lineal en la etapa de Pre-construcción	32
Figura 10: Grados de maduración BIM.....	35
Figura 11: Flujo de Información Transversal en la etapa de Pre-construcción	37
Figura 12: Grados de maduración BIM.....	38
Figura 13: Flujo de diseño de ingeniería empleado en la tesis.....	45
Figura 14: IBIS HOTEL Reducto - Fachadas	54
Figura 15: HOLIDAY INN EXPRESS PIURA - FACHADAS	55
Figura 16: HOLIDAY INN EXPRESS PIURA – Interiores 1° nivel	55
Figura 17: HOLIDAY INN EXPRESS SAN ISIDRO - FACHADAS.....	58
Figura 18: Imágenes del proyecto Revit.....	58
Figura 19: HOLIDAY INN MIRAFLORES - FACHADAS.....	61
figura 20: Imágenes del proyecto ENRevit	61
Figura 21: Leyenda para las tablas 14 y 16.	66
Figura 22: Duración de la etapa de Pre-construcción.....	67
Figura 23: Área construida por Proyecto.....	68
Figura 24: Análisis de coeficientes de rendimiento	69
Figura 25: Presupuesto de la etapa de Pre-construcción.	71
Figura 26: Inversión BIM en la etapa de Pre-construcción	72
Figura 27: Inversión Pre-construcción en función al área construida.	72
Figura 28: Porcentaje de inversión BIM en base al presupuesto de Pre-construcción.....	73
Figura 29: Comparación de duración Real de cada proyecto (Plazo teórico – ampliación – Retraso) .	76
Figura 30: Tiempo de construcción teórico.....	76
Figura 31: Retraso de entrega final	77
Figura 32: Ampliación Consensada	77



Figura 33: Porcentaje de adicionales en función al presupuesto de construcción por proyecto..... 79

Figura 34: Comparación de adicionales de Arquitectura. 80

Figura 35: Comparación de adicionales de Acabados..... 80

Figura 36: Comparación de adicionales de Estructuras. 81

Figura 37: Comparación de adicionales de Instalaciones..... 81

Figura 38: Comparación de adicionales de origen variado. 82

Figura 39: Porcentaje de deductivos en función al presupuesto de construcción por proyecto 83

Figura 40: Comparación de adicionales de Arquitectura. 83

Figura 41: Comparación de adicionales de Estructuras. 84

Figura 42: Comparación de adicionales de Instalaciones..... 84

Figura 43: Comparación de adicionales de Acabados..... 84

Figura 44: Comparación de adicionales de origen variado. 85

Figura 45: Incidencia de RDI por metro cuadrado..... 85

Figura 46: Incidencia de RDI por fuente de origen – IBIBS..... 86

Figura 47: Incidencia de RDI por fuente de origen - HIEXP - PIURA..... 87

Figura 48: Incidencia de RDI por fuente de origen - HIEXP LIMA..... 87

Figura 49: Incidencia de RDI por fuente de origen - HIEXP LIMA..... 88

Figura 50: RDI generados por solicitud de cambio por parte del cliente. 89

Figura 51: RDI generados por procesos constructivos..... 89

Figura 52: RDI generados por omisión del proyecto. 89

Figura 53: RDI generados por incompatibilidades..... 90



Capítulo I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.

1.1.1. Descripción del Problema

En el Perú, la industria de la construcción es una pieza clave para la estabilidad y el fortalecimiento del PBI (Producto Bruto Interno) nacional, y continúa en un crecimiento exponencial viendo que, en el 2017, se vio un crecimiento anual de 2.4%, el 2018 un crecimiento de 4.6% y el 2019 se proyecta que alcanzara hasta un 6.7%, datos obtenidos de la Cámara de Comercio de Lima (CCL).

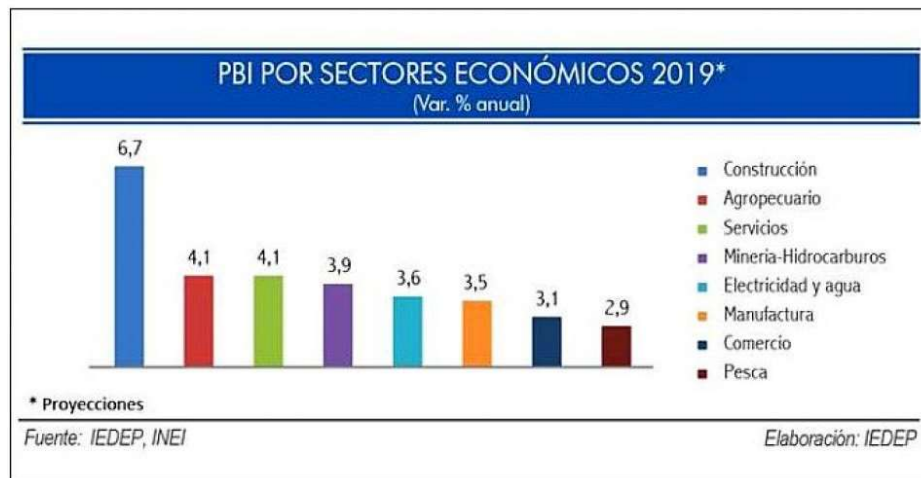


FIGURA 1: Variación del PBI por sector económico 2019
FUENTE: Cámara de Comercio de Lima, 2019.

Lo cual indica que el “Boom de la Construcción” no fue solo una pequeña época, sino que se sigue teniendo hasta la actualidad, trayendo consigo una gran demanda para la construcción de edificaciones de uso comercial, de oficinas y viviendas, las cuales se han vuelto cada vez más diversas, complejas, de mayor altura y con mayores exigencias de calidad por parte del mismo mercado y de los clientes que están superando las expectativas y la capacidad de las empresas constructoras que las llevan a cabo.

Debido a esta complejidad cada vez mayor en los proyectos, es razonable llegar a ver que la infinidad de detalles, la variedad de sistemas de instalaciones y gran cantidad de información se entremezcla, se pierde o se mal interpreta por las metodologías y sistemas tradicionales de manejo de proyectos, que si bien son relativamente fáciles de solucionar en proyectos pequeños, mientras más complejo y grande se vuelve el proyecto manejado, aumentan las incompatibilidades e interferencias, la mayoría llegándose a encontrar en el momento de la ejecución creando retrasos, trabajos rehechos, partidas o actividades adicionales o deducibles afectando de forma negativa y directa al presupuesto y cronograma del proyecto. Y la situación



expuesta empeora debido al sistema de entrega de proyectos más empleada en el Perú, el modelo Diseño/Licitación/Construcción (Konchar & Sanvido, 1998), bajo la cual cada etapa posee un actor (profesional o empresa) diferente, propiciando aún más las antes mencionadas incompatibilidades, interferencias e incongruencias por las pérdidas o mal interpretaciones de los detalles y la información del proyecto al ir pasando de mano en mano, lo cual conlleva a una pobre ejecución, desvirtuando al producto final y desacreditando a las empresas involucradas. Esto como se pudo observar en los últimos años, ha producido que la mayoría de proyectos de gran envergadura sean manejadas por empresas de gerencia de proyectos, empresas proyectistas y empresas constructoras de inversión y personal extranjero, ya que su forma de trabajo empleando metodologías y tecnologías más recientes y con entornos más amigables en comparación a la forma “tradicional”, resulta de mayor agrado a los futuros clientes.

Si bien en los últimos años ha aumentado en el Perú el número de empresas de inversión y personal peruano entorno a la industria de la construcción que vienen queriendo implementar estas nuevas tecnologías y métodos en su accionar profesional, el deficiente manejo de los conceptos con el que son aplicadas estas herramientas las vuelven en un lastre en lugar de un apoyo. Por lo cual es necesario el dar una mayor difusión de forma concisa y comprensible, no una gran variedad de metodologías, tecnologías y/o sistemas, sino avocarse a solo una, capaz de mejorar en gran medida la actuación de las empresas peruanas en la industria de la construcción. Siendo la elegida para la presente investigación la metodología BIM, debido a que como muchas otras no es una metodología reciente poseyendo así anécdotas y conclusiones de experiencias de su aplicación por parte de empresas alrededor del mundo, y por ser capaz de participar en las diferentes etapas de un proyecto de construcción.

La metodología BIM cuenta con un Capítulo en el Perú supervisado por CAPECO y formado por algunas de las empresas más importantes, de capital peruano, en la industria de la construcción en el Perú, pero desde su fundación el 2012 solo se contó con un par de conferencias hasta el año 2015 (CAPECO, 2019), por lo cual tesis como la presente, así como charlas y ponencias con relación a esta metodología son de gran importancia y en los últimos años se ve el interés por parte de las universidades, instituciones y empresas el fomentar el desarrollo y empleo de la metodología BIM en la industria peruana.

Es importante recalcar además que, si bien las pérdidas que se originan en la construcción tienen diferentes causas, una de las más importantes es el no optimizar los proyectos en la etapa

de Pre-construcción y el pésimo flujo de la información con la que se pasa a las siguientes etapas, causando un inadecuado seguimiento durante la construcción.

Esto se comprueba con estudios realizados en otros países como Brasil (Picchi, 1993) y Chile (Aларcon & Mardones , 1998), acerca de las causas de los desperdicios en obras de edificaciones y los defectos del diseño respectivamente.

TABLA 1:
Estimado de desperdicio en obras de edificación.

ESTIMADO DE DESPERDICIO EN OBRAS DE EDIFICACIONES		
(% del costo total de la obra)		
ITEM	DESCRIPCIÓN	%
Restos del material	Restos de mortero	5.00%
	Restos de ladrillo	
	Restos de madera	
	Limpieza	
	Retirada de material	
Espesores adicionales de mortero	Tarrajeo de techos	5.00%
	Tarrajeo de paredes internas	
	Tarrajeo de paredes externas	
	Contrapisos	
Dosificaciones no optimizadas	Concreto	2.00%
	Mortero de tarrajeo de techos	
	Mortero de tarrajeo de paredes	
	Mortero de contrapisos	
Reparaciones y retrabajos no computados	Repintado	2.00%
	Retoques	
	Corrección de otros servicios	
Proyectos no optimizados	Arquitectura	6.00%
	Estructuras	
	Instalaciones sanitarias	
	Instalaciones eléctricas	
Perdidas de productividad debidas a problemas de calidad	Parada de operaciones adicionales por falta de calidad de los materiales y servicios anteriores	3.50%
Costos debido a atrasos	Pérdidas financieras por atrasos de las obras y costos adicionales de administración equipos y multas	1.50%
Costos en obras entregadas	Reparo de patologías ocurridas después de la entrega de obra.	5.00%
TOTAL		30.00%

FUENTE: Aplicaciones del Lean Design a proyectos, 1993

TABLA 2:
Porcentaje de fuentes de problemas en obra producidos desde la Pre-construcción

N°	DEFECTOS DE DISEÑO	%
1	Escaso detalle de los elementos estructurales	13.97%
2	Falta de detalles en planos de arquitectura	12.78%
3	Incompatibilidad entre las diferentes especialidades	11.59%
4	Cruce de información incorrecto con estructuras	8.17%
5	Falta de definición de elementos de arquitectura	6.54%
6	Modificaciones en los planos de estructuras	6.39%
7	Falta de dimensiones de arquitectura	6.24%
8	falta de identificación y ubicación de elementos de arquitectura	5.65%
9	Materiales de acabados que requieren muestras	4.75%
10	Problemas con los ejes	4.46%
11	Defectos de diseño en el desagüe	4.16%
12	Cruce de información incorrecto con arquitectura	3.12%
13	Cambios de diseño de propietario	3.12%
14	Defectos de diseño eléctrico	2.97%
15	Se entregan tarde los planos de arquitectura	1.93%
16	Defectos en los diseños A.C	1.49%
17	Problemas con los equipos eléctricos	0.89%
18	Estructura de los equipos	0.59%
19	Problemas con los materiales en el mercado	0.45%
20	Convención de símbolos	0.45%
21	Defecto en los diseños de gas.	0.30%
TOTAL		100.00%

FUENTE: Improving the Desing-Construction interface, 1998.

Así mismo el Ing. Juan Vazques en su tesis El "Lean Design" y su aplicación a los proyectos de edificación, nos entrega la siguiente tabla de problemas ocurridos en obra por un mal manejo en la etapa de diseño de los proyectos, resaltando que la fuente principal de ellos es la incompatibilidad en los planos.



FIGURA 2: Porcentaje de fuentes de problemas en obra producidos desde la Pre-construcción.
FUENTE: Juan Vazques - El "Lean Design" y su aplicación a los proyectos de edificación, 2013.



Con todo lo anterior se demuestra que es importante el controlar y manejar de forma tecnicada la gestión de toda la información producida en la etapa de Pre-construcción en pro de generar toda una etapa optimizada, sobre todo cuando los proyectos van aumentando de envergadura, ya que son la fuente principal de las mayores pérdidas, y si bien todos los estudios sobre control de riesgo en obras nos indican que los proyectos son altamente situacionales, es decir que los problemas se generan o se agravan dependiendo al contexto, la realidad entorno al proyecto y la complejidad del mismo, se debe de tratar de tomar todo el control posible en aquellos aspectos que son susceptibles a ser manejados, y esta práctica conforme vaya evolucionando será capaz de ser aplicada a las demás etapas dentro de un proyecto de construcción.

1.1.2. Formulación Interrogativa del Problema

1.1.2.1. Formulación interrogativa del problema general

¿Cómo influye la aplicación de la Metodología BIM en la etapa de Pre-Construcción, y cuáles son sus efectos en la etapa de Construcción de los proyectos hoteleros de la empresa Orion Group, 2018 - 2019?

1.1.2.2. Formulación interrogativa de los problemas específicos

a) Problema Especifico N°01

¿Las características vistas tras la aplicación de los diferentes grados de maduración de la Metodología BIM en la etapa de Pre-construcción en los proyectos hoteleros de la empresa Orion Group, 2018 - 2019, se ajustan a lo indicado por el marco teórico de la metodología?

b) Problema Especifico N°02

En la etapa de Pre-Construcción ¿Cómo influye el grado de maduración de la Metodología BIM, en relación al Tiempo de Diseño y Formulación de los proyectos hoteleros de la empresa Orion Group, 2018 - 2019?

c) Problema Especifico N°03

En la etapa de Pre-Construcción ¿Cómo influye el grado de maduración de la Metodología BIM, en relación al Costo de Diseño y Formulación de los proyectos hoteleros de la empresa Orion Group, 2018 - 2019?

**d) Problema Especifico N°04**

En la etapa de Construcción ¿Cómo influye el grado de maduración de la Metodología BIM aplicada en la etapa de Pre-Construcción, en relación las Variaciones del Cronograma producidas en los proyectos hoteleros de la empresa Orion Group, 2018 - 2019?

e) Problema Especifico N°05

En la etapa de Construcción ¿Cómo influye el grado de maduración de la Metodología BIM aplicada en la etapa de Pre-Construcción, en relación a las Variaciones en el Presupuesto producidas en los proyectos hoteleros de la empresa Orion Group, 2018 - 2019?

f) Problema Especifico N°06

¿Cómo influye el grado de maduración de la Metodología BIM aplicada en la etapa de Pre-Construcción, en relación a la calidad del Proyecto Ejecutivo empleado en la etapa de Construcción de los proyectos hoteleros de la empresa Orion Group, 2018 - 2019?

1.2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN**1.2.1. Justificación técnica**

La poca y confusa información que se cuenta sobre la metodología BIM en el Perú, es la causante principal de su pésimo y casi inexistente uso, y de forma circular, su poco uso causa una disminución en los intentos de difusión de esta metodología, ya que pocos son los interesados y los dispuestos a recibir esta información, ya que significa un cambio total de los paradigmas con los que han estado trabajando en todos sus años como profesionales.

Por lo cual difundir los resultados de experiencias de empresas que aplican de forma gradual la metodología BIM o TI's similares resultan importantes para promover su uso en otras empresas de gerencia, supervisión o construcción a nivel nacional.

1.2.2. Justificación social

La forma tradicional con la que se vienen manejando los proyectos de construcción, con respecto a la gestión de la información, se enfoca en respaldar y resguardar los intereses de alguna de las partes involucradas del proyecto, manejando así cada uno la información para su propio beneficio, importando poco las consecuencias que se vayan a ver durante el desarrollo del proyecto. Es frente a esto, que las Tecnologías de la Información (TI's) como la que se verá en la presente tesis de investigación, la metodología BIM, obtienen gran relevancia social pues permite un trabajo de forma transparente entre todos los participantes de los proyectos, evitando así beneficios ilícitos o ventajas injustas entre las partes participantes de cualquier proyecto.



1.2.3. Justificación por viabilidad

Debido al interés de empresas constructoras, que ya emplean la metodología BIM, con el fin de obtener mayores luces sobre el uso de la metodología y de los efectos que la acompañan dentro de la industria de la construcción en el Perú, es que en este momento es posible acceder a información y datos verídicos con respecto al tema, por lo cual, tesis como la presente o investigaciones similares deberían de priorizarse, ya que una vez se hayan logrado las metas deseadas por dichas empresas, esta libertad de información cesara.

Frente a lo anteriormente expuesto, se desarrolla la presente investigación debido a la disponibilidad de información facilitada por la empresa Orion Group con el fin de conocer el impacto de los diferentes niveles de la metodología BIM en proyectos hoteleros realizados en el Perú y conocer cuál es el nivel más óptimo a emplear en función de recursos necesarios y beneficios obtenidos.

1.2.4. Justificación por relevancia.

En la presente investigación se busca principalmente, dar a conocer de una forma concisa lo que realmente significa llevar la etapa de Pre-construcción bajo el entorno BIM dentro de la industria de la construcción en el Perú, ya que el mal manejo de sus conceptos por parte de los profesionales causa una pésima aplicación, volviendo a la metodología más un lastre que un apoyo para el usuario. Y la tesis toma más relevancia recordando que actualmente la difusión y realización de investigaciones en relación a este tema es muy poca y el realizar una investigación empleando información verídica de obras reales y ya ejecutadas es un gran aporte para el marco teórico manejado en el Perú sobre este tema.

Adicionado a lo anterior, estudios que indagan sobre la mejor fase en la cual centrar los esfuerzos de la optimización de un proyecto, entre ellas el presentado por Patrick McLeamy en la cual se apoya la presente investigación, señalan que es en la etapa de Pre-construcción donde los profesionales deben de aplicar sus herramientas, metodologías y procesos de optimización, ya que comparándola con las demás etapas, los costos por optimización producida en esta no son capaces de generar un impacto negativo en el presupuesto global del proyecto, esto aunado a la disminución de las perdidas en la etapa de Construcción del proyecto, fruto de la optimización en la etapa de Pre-construcción, muestran la gran importancia de investigaciones como la presente centradas en ampliar o reforzar el conocimiento que tenemos de las formas de optimizar un proyecto en la etapa de Pre-construcción.



1.3. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

- En la investigación se empleó información únicamente de cuatro proyectos hoteleros de la empresa Orion Group, debido a que hasta el momento de la realización de la investigación, estos proyectos eran los únicos manejados por la empresa en poder ser homologables entre sí al ser todos proyectos hoteleros y de contar con la aplicación de un grado de maduración de la metodología BIM en su etapa de Pre-Construcción, definiendo a homologar como el acto de poner una cosa en relación de igualdad o equivalencia con otra por tener ambas en común características referidas a su naturaleza, función o clase.
- Existía información inaccesible para el investigador debido a la política de la empresa Orion Group y los contratos que posee la misma con terceros, que protege a dicha información de su uso fuera de los intereses de la realización del proyecto de construcción, por lo cual se limitó la investigación a el procesamiento y análisis únicamente de los indicadores señalados en el cuadro de operacionalización de variables presentado en la presente tesis.
- Se utilizó únicamente información documentada por las empresas involucradas en cada proyecto, debido a que estas concluyeron al momento de la realización de la investigación.
- Las conclusiones y análisis presentados en la investigación se limitan únicamente al sector privado del rubro de la construcción, ya que el marco teórico, la información recopilada y las observaciones y experiencias entregadas por profesionales consultados para la realización de esta investigación corresponden a este sector.
- Al no existir una normativa directa que regularice la aplicación de la metodología BIM en el Perú, la estructura de la investigación realizada y el criterio de evaluación tomado sobre los proyectos atendidos en la presente tesis, se basa en la evaluación global actada por el reporte BIM realizado anualmente en la Unión Europea y que se presenta en el BIM Report formulado por la institución NBS (Waterhouse, National BIM Report, 2018).

1.4. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General.

Analizar comparativamente la aplicación de la Metodología BIM en la etapa de Pre-Construcción, y sus efectos en la etapa de Construcción de los proyectos hoteleros de la empresa Orion Group, 2018 - 2019.



1.4.2. Objetivos Específicos

a) Objetivo Especifico N°01

Comparar las características de los diferentes grados de maduración de la Metodología BIM aplicada en la etapa de Pre-Construcción de los proyectos hoteleros de la empresa Orion Group, 2018 - 2019, en relación a las características del grado correspondiente indicadas en la teoría de la metodología.

b) Objetivo Especifico N°02

Determinar la influencia del grado de maduración de la Metodología BIM aplicada en la etapa de Pre-Construcción, en relación al Tiempo de Diseño y Formulación de los proyectos hoteleros de la empresa Orion Group, 2018 - 2019.

c) Objetivo Especifico N°03

Determinar la influencia del grado de maduración de la Metodología BIM aplicada en la etapa de Pre-Construcción, en relación al Costo de Diseño y Formulación de los proyectos hoteleros de la empresa Orion Group, 2018 - 2019.

d) Objetivo Especifico N°04

Determinar la influencia del grado de maduración de la Metodología BIM aplicada en la etapa de Pre-Construcción, en relación a las Variaciones del Cronograma producidas en la etapa de Construcción de los proyectos hoteleros de la empresa Orion Group, 2018 - 2019.

e) Objetivo Especifico N°05

Determinar la influencia del grado de maduración de la Metodología BIM aplicada en la etapa de Pre-Construcción, en relación a las Variaciones en el Presupuesto producidas en la etapa de Construcción de los proyectos hoteleros de la empresa Orion Group, 2018 - 2019.

f) Objetivo Especifico N°06

Determinar la influencia del grado de maduración de la metodología BIM aplicada en la etapa de Pre-Construcción, en relación a la calidad del proyecto ejecutivo empleado en la etapa de Construcción de los proyectos hoteleros de la empresa Orion Group, 2018 - 2019.



Capítulo II: MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA TESIS.

2.1.1. Antecedentes a Nivel Nacional

a) Primer Antecedente A Nivel Nacional

TEMA: “Metodología para minimizar las deficiencias de diseño basada en la Construcción Virtual Usando Tecnologías BIM”

AUTOR/ES: Paul Vladimir Alcántara Rojas

UNIVERSIDAD: Universidad Nacional de Ingeniería.

LUGAR: Lima – Perú – 2013.

RESUMEN DE LA TESIS:

A lo largo de la tesis, si bien no posee una estructura remarcada de problemas, objetivos e hipótesis, el autor busca impartir o dejar documentados los siguientes puntos:

- Primero, explicar las deficiencias en los proyectos en la etapa de diseño, para lo cual en un capítulo entero expone las causas principales que originan estas deficiencias y porque son tan inherentes en la forma tradicional de construcción en el Perú, mencionando también el sistema de Diseño/Licitación/Construcción ampliamente utilizado en el sector público y privado de la construcción en el Perú así como en gran parte del mundo, expone también los efectos que pueden llegar a producir las deficiencias de diseño en las etapas subsecuentes del sistema en la fase de licitación haciendo referencia a los efectos que tienen en las contrataciones y en la construcción dejando en claro que para muchos autores, las deficiencias del producto de la etapa de diseño son las fuentes principales de retrasos del cronograma y adicionales sobre el presupuesto original.
- El segundo punto buscado por el autor, abarcando un capítulo entero también, es el dar a conocer los aspectos que son afectados tras la aplicación de la metodología BIM y cuya influencia sobre estas no es más que positiva, si bien no presenta un gran hincapié sobre el marco teórico de la metodología, se expone el alcance que puede llegar a tener en un proyecto la correcta aplicación de la metodología BIM y como esta beneficia a los proyectos, siendo así respuesta al punto anterior volviéndose una solución capaz de evitar las deficiencias producidas durante la etapa de diseño de un proyecto.
- Finalmente, el autor expone las experiencias recopiladas durante la aplicación del BIM durante la etapa de construcción del Edificio Educativo Universidad del Pacífico,



considerado como el primer proyecto demostrativo en GyM en el uso de modelos BIM, dentro de estas se remarcan los modelos generados para el proyecto, los beneficios obtenidos por estos y cuáles fueron los aspectos involucrados (organización de la empresa y programas empleados) para la obtención de estos resultados.

CONCLUSIONES.

El autor llega a concluir tras los puntos mencionados anteriormente, que las deficiencias producidas durante la etapa de diseño son capaces de afectar desde el proceso inmediato siguiente, que es la contratación, hasta la conclusión de la construcción, y el dejar sin atención estas deficiencias puede ser la fuente de grandes pérdidas para los participantes de los proyectos de construcción, también señala en sus conclusiones la importancia de la presencia de más participantes en la organización que desempeñe el diseño del proyecto, haciendo hincapié que la responsabilidad final de la ejecución que recae en la empresa contratista logra o no sus cometidos dependiendo del estado del diseño del proyecto, finalmente la tesis concluye que el empleo de modelos BIM 3D durante la etapa de diseño de los proyectos, entrega productos de mayor calidad que posteriormente evitaran pérdidas o desperdicios de tiempo y dinero a la hora de la ejecución y que estos mismos modelos son una férrea herramienta para la planificación de las actividades a realizar durante la ejecución del proyecto.

APORTES.

Es importante ver que la explicación manejada en este antecedente en relación a los problemas causados por contar con un diseño deficiente, poco detallado y propenso a la pérdida de información es bastante completa, lo cual apporto a la definición de los indicadores a considerar en la presente investigación, si bien el presente antecedente es más teórico y busco en un principio orientar sus conclusiones a la construcción peruana, las fuentes y rumbo por el cual dirigió su investigación alejo al autor de este propósito, así que se consideró este aspecto en el desarrollo de la tesis, intentando que el marco teórico, los análisis realizados y las conclusiones y recomendaciones propuestas sean aplicables a la realidad de la construcción peruana.

b) Segundo Antecedente A Nivel Nacional

TEMA: “Análisis comparativo del rendimiento en la producción de planos y metrados, especialidad estructuras usando métodos tradicionales y la metodología de trabajo BIM en la empresa IMTEK”

AUTOR/ES: Juan Rojas Sacatuma

UNIVERSIDAD: Universidad Andina del Cusco



LUGAR: Cusco – Perú – 2018.

RESUMEN DE LA TESIS:

Esta tesis, cuyo objetivo general se encuentra muy bien especificado, logra su cometido comparando los rendimientos del proceso de dibujo en la etapa de diseño del proyecto “Mejoramiento de los Servicios Educativos de la I.E N° 50677 – Nivel Primario Huancascca” siendo estos, los rendimientos obtenidos tras la recolección de datos del dibujo de los planos empleando el Software Autocad versus los rendimientos empleando el Software Revit, el cual trabaja usando una plataforma orientada a la metodología BIM.

El marco teórico presentado por el autor abarca todos los aspectos relacionados con la producción de planos y metrados y la aplicación de la metodología BIM, usando para ellos referencias y citas de las instituciones más importantes a nivel mundial hasta el día de hoy que exponen e investigan a la metodología BIM, concluyendo su sección teórica exponiendo las bases teóricas de la aplicación de la metodología BIM dentro de la empresa IMTEK con el fin de contextualizar la siguiente parte de recolección, procesamiento y análisis de datos.

Las conclusiones alcanzadas por el autor son muy concisas debido a la orientación estadística de su procesamiento de datos debido a la basta cantidad de datos recolectados por el autor,

CONCLUSIONES.

Las conclusiones presentadas en este antecedente, son bastante concisas debido al enfoque estadístico, casi enteramente matemático realizado por el autor, remarcando la reducción de las horas hombre invertidas para el desarrollo de los planos y metrados aplicando la metodología BIM en relación a la metodología tradicional.

APORTE.

Este antecedente ofreció dos aportes importantes al desarrollo de la investigación, el primero es el análisis realizado a la metodología tradicional en función a la forma de trabajo de la empresa IMTEK, si bien el término “tradicional” es ampliamente usado en este tipo de investigaciones para referirse a la forma más habitual de trabajar en la dirección de proyectos de construcción, las conjeturas dadas por el autor sirven para afianzar la seguridad al emplear este término y sirve como referencia al momento de hablar del mismo.

El segundo aporte importante extraído tras la revisión de este antecedente, es la apreciación de que al avocarse a investigar la metodología BIM en la etapa de diseño, si bien lo dice el autor pocas son las investigaciones que lo hacen, el realizarlo de forma tan matemática quita énfasis



al trabajo realizado, esta apreciación fue sacada tras ver que las conclusiones presentadas por el autor no representan el trabajo realizado por el mismo ya que la información entregada por el mismo en su marco teórico así como en el apartado de discusión son sumamente importantes para la comprensión de la metodología BIM

2.1.2. Antecedentes a Nivel Internacional

a) Primer Antecedente A Nivel Internacional

TEMA: “Implementación y Metodología para la Elaboración de modelos BIM para su aplicación en proyectos Industriales Multidisciplinarios”

AUTOR/ES: Gonzalo Daniel Aliaga Melo

UNIVERSIDAD: Universidad De Chile

LUGAR: Santiago de Chile – 2012.

RESUMEN DE LA TESIS:

Esta investigación, enfocada en dar una metodología que funcione como guía para los profesionales interesados en aplicar los modelos BIM en su próximo proyecto, expone un marco teórico que contextualiza a la metodología BIM como un VDC o diseño de construcción virtual y recalca la importancia de construir de forma virtual antes de ejecutar un proyecto, a continuación, explica a la metodología BIM y la realidad de la construcción en Chile en relación a los proyectos industriales y cuál es el estado o nivel de la metodología manejado en el país (la experiencia general que se tiene de esta), finalizando la parte conceptual expone los pasos a seguir para la aplicación de la metodología BIM de forma teórica, así como las barreras que se deben de pasar o considerar al momento de ponerla en marcha.

La tesis concluye presentando una guía de la aplicación de la metodología BIM formulada o mejor dicho propuesta por el autor en función a las experiencias de su aplicación en diversas obras en el país, analizando para esto los éxitos vistos hasta el momento y los errores comunes que tuvieron.

CONCLUSIONES.

La tesis, centrada en presentar una guía metodológica de la aplicación del BIM, concluye resaltando la importancia de la integración multidisciplinaria que permiten las herramientas de la metodología, pero que tras las experiencias recolectadas y analizadas esta integración es una barrera más, ya que existen muchos factores, principal mente internos de cada empresa, que dificultan este proceso desde un principio requiere una nueva organización de los profesionales



de la empresa para la aplicación de la metodología y que los mismos cambien a un pensamiento en pro de la interoperabilidad. Resaltan también las conclusiones la importancia de la construcción virtual, siendo esta capaz de prevenir errores al momento de la construcción.

APORTE.

Este antecedente posee un enfoque diferente a otras investigaciones del tema, ya que busca producir una guía metodológica para la aplicación de la metodología BIM en la construcción de proyectos bajo un enfoque industrial, el autor si bien empleo información, definiciones y teorías de grandes referentes de la metodología BIM, así también como de los ISOS más actuales relacionados con el tema, el mismo autor concluyo en sus análisis que la aplicación a cabalidad de la teoría requiere de un gran cambio en la realidad de la construcción de su país, requiriendo grandes inversiones y algo aún más difícil que es un cambio completo de la mentalidad de sus profesionales, teniendo esto en mente el aporte extraído de este antecedente es que centrar las investigaciones en los temas más avanzados y complejos de la teoría, resulta contraproducente para el resultado final, ya que entrega conclusiones inalcanzables en este momento para las empresas de pequeño y mediano alcance de la construcción en Sudamérica.

b) Segundo Antecedente A Nivel Internacional

TEMA: “Diagnóstico Del Uso De Tecnologías En La Construcción Y Factibilidad Financiera De Un Modelo BIM 5D”

AUTOR/ES: Javier Durán Alarcón

UNIVERSIDAD: Universidad Panamericana

LUGAR: Zapopan, Jalisco – México – 2017.

RESUMEN DE LA TESIS:

La globalización ha generado una agresiva competencia entre las empresas constructoras; en México, el sector tiene baja productividad por el uso de tecnologías tradicionales, reducido crecimiento y baja competitividad. Por esta problemática, los objetivos son: conocer el nivel de implementación de BIM y otras tecnologías en el sector constructor en la Zona Metropolitana de Guadalajara, Jal., y determinar la factibilidad financiera de un Modelo BIM 5D con el VAN, la TIR y la RBC-1.

Los profesionistas vinculados al sector son arquitectos, ingenieros civiles e industriales, con experiencias en construcción, gerencia, supervisión, diseño arquitectónico y presupuestos, de los cuales, la representación y visualización gráfica más utilizada es mediante planos CAD 2D,



donde se incluyen los diseños arquitectónicos, estructurales, hidrosanitarios y eléctricos, que en su mayoría presentan variaciones entre lo presupuestado y el costo real debido a errores en el diseño e interferencias entre instalaciones y obra civil a pesar de implementar planeación y software de presupuestos y diseño.

La mayoría no usa BIM, pero lo consideran relevante; no analizan la sostenibilidad (6D), ni el programa de operación y mantenimiento (7D), salud, seguridad y bienestar (8D); creen relevante el trabajo interdisciplinario y el sector que más demanda BIM es el privado, aplicado en proyectos industriales, comerciales, de oficinas y residenciales; las principales barreras para su adopción son el desconocimiento del tema y factores organizacionales; el mayor costo mencionado es el tiempo a invertir para ser usuario avanzado, la capacitación y el costo del software, por otra parte, destacan que las ventajas más importantes son: el aumento de la rentabilidad y la productividad entre las disciplinas, la reducción del tiempo en diseño y construcción, interferencias, re trabajos y costos. La industria considera que el uso de BIM será una práctica común principalmente en el sector privado debido al aumento de la certidumbre técnica y financiera en la evaluación de proyectos AEC/FM.

CONCLUSIONES.

La investigación concluyo que, si bien la metodología no es tan empleada en el país, es urgente su puesta en marcha sobre todo en el sector privado debido a las aplicaciones que esta puede llegar a tener, tras las entrevistas hechas en la investigación se vio que si bien los profesionistas no aplican la metodología la perciben como de suma importancia y que posee una serie de herramientas capaces de acelerar, organizar y encaminar las tareas más comunes de la construcción.

APORTE.

La investigación centrada en dar a conocer los alcances que posee la metodología BIM al ser aplicada a cabalidad aporta a los lectores, aparte de un sólido marco teórico y referencial que resume los aspectos más avanzados de la metodología BIM, conclusiones en función a las encuestas realizadas por el autor las cuales están enfocadas en explicar la percepción de los profesionistas frente a la metodología BIM teniendo así las barreras internas que tienen los profesionales al aplicar la metodología BIM, con esto en mente se consensó el abarcar el tema de la metodología BIM, para la presente investigación, en un nivel básico ya que si bien la metodología posee un amplio espectro de usos y aplicaciones los profesionales latinos no contamos aun con una predisposición necesaria para la aplicación de estas, por lo cual es mucho



más provechoso buscar inicialmente una afinidad con lo más básico de la teoría e ir escalando poco a poco en función a las experiencias de su puesta en marcha en la construcción en el Perú.

2.2. ASPECTOS TEÓRICOS PERTINENTES

2.2.1. Proyectos

Es un proceso único a fin de desafío temporal que conlleva un conjunto de actividades planificadas y que se deben de enfrentar para crear un único producto o servicio. Todo proyecto tiene un resultado deseado, una fecha límite y un presupuesto limitado, que nacen tras la reflexión de satisfacer una necesidad original (Project Management Institute, 2000)

2.2.1.1. Fases o Etapas de un Proyecto

La disposición de las fases o las etapas dentro de un proyecto pueden ser muy variadas, dependiendo inclusive al autor que se consulte, pero a continuación se definen tres fases dentro de un proyecto manejadas en la mayoría de libros consultados en la presente tesis y según sus alcances son las más adecuadas para esta investigación.

Fase de planificación. – Es la etapa inicial de todo proyecto en la cual se busca establecer objetivos y planificar la manera en que las acciones se llevaran a cabo para alcanzar las metas. Si se trata de un proyecto con varios integrantes en esta fase se define cual es el rol que le corresponde ejecutar a cada uno. A su vez, se deben considerar los recursos disponibles (ya sean de índole material o humano) y cómo serán aprovechados para asegurar el éxito del proyecto. (Lledo & Rivarola, 2007)

Fase de ejecución. – Esta fase comprende la realización de las acciones y tareas planeadas, tratándose de la ejecución en si del proyecto. Hace referencia a la ejecución de todo aquello que fue planeado y organizado en la etapa anterior. (Lledo & Rivarola, 2007)

Fase de entrega (o puesta en marcha). – Es la fase final y la más larga de un proyecto, correspondiendo al culmine de la fase de ejecución y todas las acciones que conllevan la puesta en marcha. Dependiendo de los alcances de los participantes los roles de los actores a lo largo del proyecto hasta este punto pueden cambiar dependiendo de los tratos hechos en la fase inicial. (Fernandez Rodriguez, 2002)

2.2.2. Proyectos en el Ámbito de la Construcción.

En el campo de la ingeniería civil y la arquitectura, la palabra proyecto adquiere varios significados, pues es el conjunto de documentos mediante los cuales se define el diseño de una construcción antes de ser realizada, otros lo definen como el documento base sobre el que se desarrolla el trabajo de los arquitectos, ingenieros y proyectistas de distintas especialidades,



pero en el contexto en el que se enfocara la presente investigación, un proyecto de construcción es un proceso único que conlleva un conjunto de actividades planificadas, ejecutadas y evaluadas que con recursos humanos, técnicos y financieros finitos financiados por una entidad o persona a la cual se le conoce como cliente, se trata de obtener unos objetivos metas o hitos en un plazo determinado, con un comienzo y un fin claramente identificables y cuyo producto final será una infraestructura capaz de cumplir la función para la cual fue concebida desde un principio y satisfagas los alcances determinados en base a las necesidades y peticiones del cliente. (Iñigo Carrion & Losune Berasategi, 2010)

Todo proyecto de obra tiene asignados unos objetivos, unas especificaciones a cumplir, un plazo de realización y un presupuesto a emplear. Estas son las partes fundamentales y que definen al documento definitivo y sirven, en muchos casos de documento contractual

2.2.2.1. Etapas en los Proyectos de Construcción.

A lo largo de la realización de un proyecto de construcción, se pueden distinguir o definir diferentes etapas, las cuales varían según el enfoque con las que se las analice.

Según las guías de gestión de proyectos consultadas, en su mayoría coinciden en que se pueden distinguir tres fases o etapas principales a lo largo de la vida de un proyecto, fase de planificación, fase de ejecución y fase de entrega las cuales se encuentran descritas en acápite anteriores.

Si bien estas tres fases o etapas se mantienen en muchas de las fuentes o medios en los que se pueda indagar sobre el tema, dependiendo el enfoque tomado por los autores estas cambian de nombre y adquieren o pierden ciertas tareas a realizar en cada una de ellas, pero sin dejar de ser principalmente tres, con esto en mente a continuación se desarrollaran a las fases o etapas en los proyectos de construcción bajo los principales enfoques manejados en el Perú:

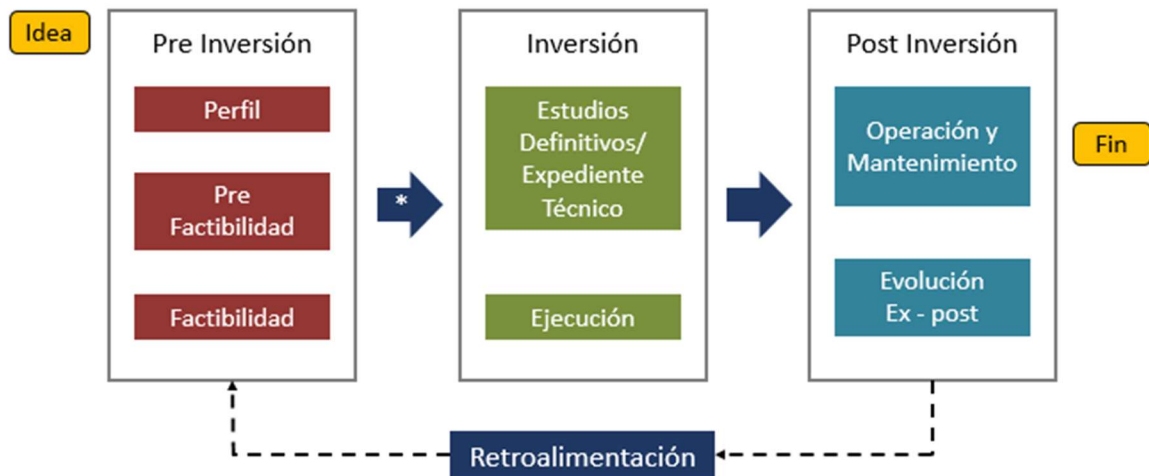
2.2.2.1.1. Enfoque Publico

En los últimos años la división de etapas bajo este enfoque ha sufrido cambios, pero el desarrollo de los proyectos manejados por el estado en el Perú y la forma con la que son llevados por los profesionales en dicho sector obedecen a las siguientes etapas:

Pre inversión, es la fase en la cual se identifica un problema determinado y luego se analizan y evalúan (en forma iterativa) alternativas de solución, buscando la que brinde mayor rentabilidad social.

Fase de Inversión, fase en la cual se pone en marcha la ejecución del proyecto conforme a los parámetros aprobados para la alternativa seleccionada en la fase anterior.

Fase de Post Inversión, en la cual el proyecto entra en operación y mantenimiento y se efectúa la evaluación rentabilidad real versus la planificada inicialmente. (Ministerio de Economía y Finanzas, 2019)



(*) La declaración de viabilidad es un requisito para pasar de la fase de pre inversión a la fase de inversión.

FIGURA 3: Ciclo de vida de los proyectos de construcción.

FUENTE: Ministerio de Economía y Finanzas, 2019.

La anterior división de etapas se respalda también con lo publicado en el DECRETO SUPREMO N° 284-2018-EF en el Capítulo III para ciclo de inversión de proyectos característico del sistema Invierte.pe, el cual presenta a las fases de Programación Multianual de Inversión (PMI), Formulación y Evaluación, Ejecución y Funcionamiento.



FIGURA 4: Ciclo de inversión - Invierte.pe

FUENTE: DECRETO SUPREMO N° 284-2018-EF, 2019.



Pudiendo las anteriores fases de Formulación y Evaluación, Ejecución y Funcionamiento, ser fácilmente contenidas dentro de las fases de Pre Inversión, Inversión y Post Inversión respectivamente, quedando el PMI fuera de estas, pero siendo esta fase una característica única del sector público de la construcción en el Perú.

2.2.2.1.2. Enfoque Privado

En la presente investigación, se mantiene la división de tres etapas o fases principales, corroboradas por diversas fuentes como se ha ido mostrando y dentro de las cuales se agrupan procesos necesarios para el desarrollo de un proyecto de construcción, pero buscando ceñir la información al ámbito privado del sector de la construcción en el Perú, las fases serán nombradas a partir de ahora como Pre-construcción, Construcción y Post-construcción, siendo estos términos los manejados por las empresas de dirección de proyectos de construcción en el Perú con las que se tuvo contacto a lo largo del desarrollo de la presente investigación.

A continuación, se muestra un diagrama del contenido de las etapas de un proyecto de construcción bajo el enfoque privado que maneja la presente investigación, la cual acompaña al desarrollo posterior punto por punto de cada elemento del diagrama.

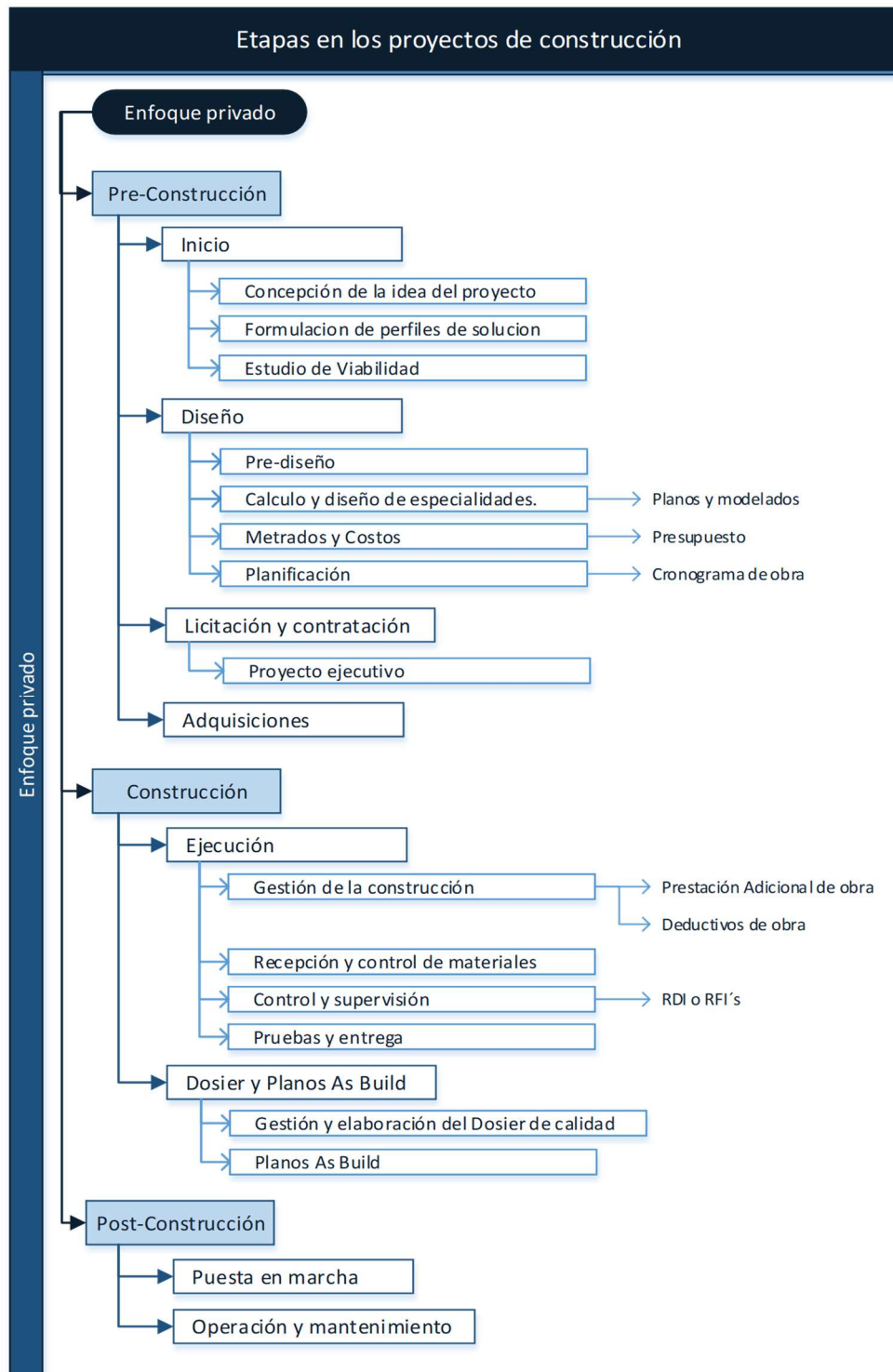


FIGURA 5: Diagrama de jerarquía del contenido del tema etapas en los proyectos de construcción
FUENTE: Elaboración propia.

2.2.2.1.2.1. Pre-construcción

Siendo la primera etapa del ciclo de vida de los proyectos de construcción, y abarca desde la concepción de la idea inicial del proyecto mediante la cual se busca satisfacer una necesidad, hasta la elaboración del proyecto ejecutivo pasando por la firma de los contratos con los demás participantes dentro del proyecto. En esta etapa ya existe una inversión tanto de dinero como



de recursos, aunque esta es inferior a lo que se verá en las etapas siguientes, pero es importante recalcar que el estado con el que acaben los productos de esta etapa afectaran a las subsecuentes de forma positiva o negativa dependiendo de cada caso.

A lo largo del desarrollo de esta etapa se pueden observar los siguientes procesos:

a) **Inicio.** – Fase determinada por muchas fuentes, también nombrada como etapa de iniciación, como el primer paso tras la decisión del cliente de satisfacer una necesidad que posee y cuya satisfacción requiere el desarrollo de una infraestructura. Durante el desarrollo de esta fase el cliente puede ir acompañado de un profesional del rubro de la construcción o una empresa especializada en gerencia de proyectos, dependiendo de la envergadura de la obra, (Zambrano de la Garza, 1998), la componen:

- **Concepción de la idea del proyecto.**

Operación, en el cual el cliente de la mano con el profesional que esté realizando la asesoría correspondiente, en este caso un profesional del rubro de la construcción, disciernen a través de una lluvia de ideas las posibles categorías de infraestructuras capaces de satisfacer las necesidades que presenta el cliente, producto de este proceso se obtiene el tipo de infraestructura a realizar y se comienzan a bosquejar los perfiles de posibles construcciones con una idea fija en la mente.

- **Formulación de perfiles de solución**

En base a la idea definida en la operación anterior, se formulan perfiles de posibles infraestructuras que puedan satisfacer las necesidades del cliente, éstas se van afinando a lo largo de una serie de reuniones con los miembros actuales del proyecto.

- **Estudio de viabilidad.**

Con los perfiles de los proyectos seleccionados por el cliente, se realizan estudios de viabilidad y factibilidad de cada obra, agregándole el factor económico a la ecuación, y con este parámetro adicional para evaluar los perfiles se define la opción más adecuada capaz de satisfacer las necesidades del cliente de forma funcional y económica.

b) **Diseño.** – Proceso consecuente a la fase inicial y da comienzo una vez que se tiene seleccionado el perfil del proyecto que se ajuste más a las necesidades del cliente, y se transforma su bosquejo preliminar en un proyecto ejecutable, tratando de contemplar la mayor cantidad de variables y factores entorno al proyecto, en esta etapa el número de participantes en el proyecto se va aumentando en función a la envergadura del mismo, la

cual se da mediante las operaciones de licitación y contratación. (Zambrano de la Garza, 1998).

- **Pre-Diseño**

Ya definido el concepto y el perfil del futuro proyecto, esta es la primera etapa en la que se formalizan las dimensiones y alcances a primera estancia que poseerá el proyecto, según las fuentes y la actividad práctica vista, puede abarcar hasta la elaboración de los planos, memorias descriptivas y de cálculos (preliminares), EE.TT, etc... necesarios para la gestión de licencias y comenzar con las operaciones de licitación. (OBS - Online Business School, 2019)

- **Cálculos y diseño de especialidades.**

Tras finalizado la operación anterior y presentadas las ideas preliminares, se realiza un diseño más formal del proyecto, formulando además las memorias descriptivas, de cálculo y EE.TT finales a emplear en la ejecución del proyecto, sobre estos se realizan los pasos finales de la operación de licitación que está teniendo lugar en muchos casos de paralelo a este proceso.

- **Planos y modelados**

Son un medio de comunicación gráfica que surgen para representar y transmitir la información de las dimensiones, disposiciones y hasta detalles necesarios para la ejecución de un proyecto (Constructora Sicsa, 2013), la información que se precisa en los planos y modelos depende del profesional que genere los mismos, si bien varios parámetros de estos se encuentran estandarizados, generalmente en el Perú el resultado final depende del profesional que los desarrolle lo cual a su vez propicia pérdidas, confusiones o malinterpretaciones de la información plasmada en ellos.



FIGURA 6: Los planos y la construcción.

FUENTE: 123RF.com

NOTA: Los planos son un medio manejable que permite visualizar el proyecto antes de ejecutarlo.



- **Metrados y Costos**

Con los planos ejecutivos elaborados en la operación anterior, se realizan los metrados del proyecto en base a los cuales, y acompañados de un análisis de precios unitarios donde se determinan los costos de las diferentes partidas que conforman el proyecto, se genera el presupuesto general y por especialidad del proyecto. Esta operación es de sumo cuidado, pues dependiendo de la calidad de su desarrollo, se producirán los deductivos y adicionales de obra en el momento de la ejecución, siendo la fuente inicial de las mayores pérdidas para los diferentes participantes del proyecto.

- **Presupuesto**

Es un documento, parte del proyecto ejecutivo, en el cual se itemisan y establecen los componentes del proyecto en función a los planos, modelos, memorias y EE.TT que componen los alcances del proyecto (composición cualitativa) y cuántas unidades de cada elemento se requieren (composición cuantitativa), para finalmente asignar un costo o precio a cada uno de estos y obtener un valor referencial de la ejecución del proyecto en su totalidad en un momento dado. (Castelló Taliani & Gutiérrez Ponce)

El presupuesto funciona como un documento que parametriza acuerdos en las operaciones de licitación y contratación.

- **Planificación (Programación)**

Con los productos de las anteriores operaciones terminados, se procede a realizar una idealización de la ejecución del proyecto, considerando el flujo de procesos, actividades y operaciones a realizar para la adquisición, elaboración, preparación y ejecución de los elementos y alcances que componen el proyecto otorgándoles bajo criterio tiempos y secuencia, proponiendo de forma teórica hitos y una fecha de entrega de proyecto concluido, el producto final de esta operación será el cronograma de obra.

- **Cronograma de obra**

Es un documento, en el cual se enlistan las partidas, actividades y tareas identificadas dentro de los alcances de la ejecución del proyecto, se consideran tiempos y secuencias referenciales para la realización de los mismos los cuales se establecen según experiencias previas y criterios de constructabilidad, y se organizan usando herramientas gráficas, es el producto de la planificación y se requiere de profesionales con experiencia para la realización del mismo. (Recursos

en Project Management, 2014). Al igual que los planos y el presupuesto, sirve como documento base para acuerdos en las operaciones de licitación y contratación.

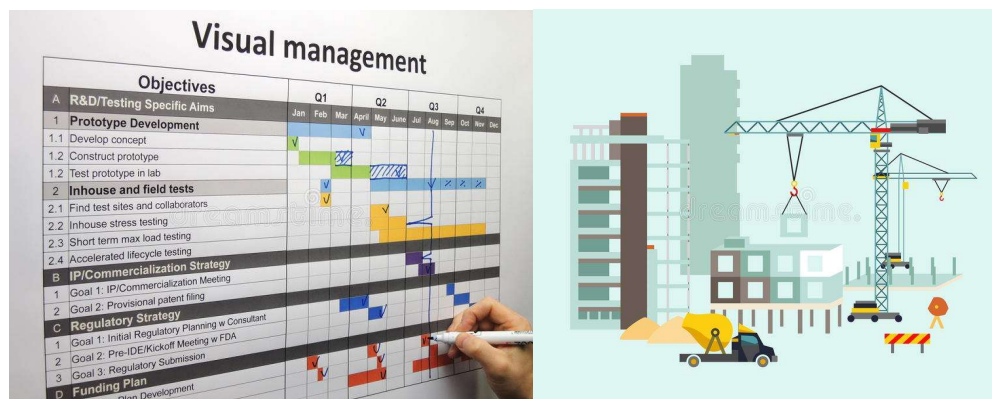


FIGURA 7: Cronograma – Diagrama Gantt- y ejecución de un proyecto

FUENTE: Dreamstime.com

NOTA: El cronograma es una representación visual de la secuencia y tiempos designados a las partidas, actividades y tareas a ejecutar en la construcción de un proyecto

c) **Licitación y contratación.** – En los proyectos de construcción se necesitan de varios participantes y dependiendo de la envergadura del mismo el número de ellos ira en aumento, en el Perú el cliente y la gerencia de proyecto (de existir en el proyecto) llevan a cabo las operaciones de licitación para seleccionar la empresa o las empresas de Diseño que acompañan a lo largo de esta etapa del proyecto, pero cuya responsabilidad alcanza hasta la entrega final de la obra concluida; a la empresa o consorcio de construcción (empresa contratista) quienes llevaran a cabo la etapa de construcción, y a la empresa supervisora, la cual junto con la gerencia de proyectos se dividen los alcances de control y seguimiento de la empresa contratista a lo largo de la ejecución de la obra. Los contratos con las empresas seleccionadas tras las licitaciones respectivas se hacen en base a los productos de las operaciones de Diseño, Metrados y costos y Planificación, por lo cual estas operaciones mencionadas alcanzan aun mayor importancia.

- **Proyecto ejecutivo (Portafolio)**

Es un conjunto de documentos, entre los cuales podemos encontrar a los planos finales, especificaciones técnicas (EE.TT), memorias descriptivas y de cálculo, presupuesto y cronograma de obra, los cuales son generados en la etapa de Pre- Construcción y que, de forma ideal, deben de ser cumplidos a cabalidad para la culminación satisfactoria del proyecto por parte de la empresa contratista. Dependiendo de la calidad del mismo sufrirá o no modificaciones a lo largo de la ejecución del proyecto, pudiendo provocar desde pérdidas económicas a los involucrados del proyecto y retrasos en la culminación de hitos y hasta de la entrega obra concluida.



d) **Adquisiciones.** – Dependiendo de la envergadura y los alcances del proyecto esta operación tendrá lugar en esta etapa, debido a que los sistemas constructivos, materiales, herramientas, entre otros que se desean emplear, muchas veces requieren ser cotizados y pedidos con meses de anticipación, o que su pronta adquisición represente un beneficio para alguno de los participantes del proyecto. (Zambrano de la Garza, 1998)

2.2.2.1.2.2. Construcción

Esta etapa corresponde a la ejecución de la infraestructura y se desarrolla en base a los productos obtenidos en la etapa anterior (proyecto ejecutivo), las empresas ganadoras de las licitaciones y que toman el papel de constructora y supervisión adquieren mayor relevancia asumiendo el control del proyecto, pero siempre buscando la satisfacción del cliente y respetando los alcances acordados bajo contrato. (Zambrano de la Garza, 1998)

Sería un error definir como procesos a los siguientes puntos, sino que son acciones que tienen lugar dentro de la presente etapa y que su realización y obtención de sus consecuentes resultados son los que darán por terminada esta etapa, por lo cual el término operaciones sería la más indicada:

a) **Ejecución.** – Se define con esta palabra a la fabricación de lo planteado en el proyecto ejecutivo, desde trabajos previos como demoliciones, hasta la culminación de los últimos detalles de instalaciones y acabados, la ejecución de una obra puede ser muy variada pudiendo desempeñarse de mano de una o varias empresas dependiendo de la envergadura del proyecto. (OBS - Online Business School, 2019)

- **Gestión de la construcción.**

Hace referencia a los esfuerzos llevados a cabo por las empresa o empresas constructoras o también denominadas contratistas, con el fin de manejar el desarrollo de la ejecución de la obra, organizar al personal profesional de las diferentes especialidades y al personal de mano de obra y cumplir todos los alcances del proyecto con las calidades acordadas por contrato.

- **Prestación Adicional de obra (adicionales de obra)**

Según la Resolución de Contraloría N° 147-2016-CG, Art.6.3, una prestación adicional de obra es aquella no considerada en el expediente técnico, ni en el contrato original, cuya realización resulta indispensable y/o necesaria para dar cumplimiento a la meta prevista de la obra principal y que da lugar a un presupuesto



adicional (Directiva N° 011-2016-CG/GPROD, 2016). La prestación adicional de obra se formula sobre el monto del contrato original. (Hanvey, 2007). La presencia de un adicional de obra no solo representa un incremento al presupuesto original, debido a que su ejecución requiere de tiempo no considerado en la etapa de planificación, provocando variaciones en el cronograma de obra y dependiendo de la cantidad y tipo de adicionales puede representar hasta un retraso en la ejecución.

- **Deductivos de obra.**

Los deductivos de obra se refieren a aquellos componentes o partes de la obra que estando en el expediente técnico aprobado, ya no son necesarios de ejecutar por razones debidamente justificadas, según lo citado de la Resolución de contraloría N° 147-2016-CG (Directiva N° 011-2016-CG/GPROD, 2016). Los deductivos también representan variaciones en el cronograma de obra, debido a que su aparición desata una serie de procesos y protocolos para justificar o sustentar su aplicación en el proyecto para lo cual requiere de un tiempo no considerado en la planificación inicial llegando hasta producir retrasos en la ejecución hasta que se dé concluida la toma de decisiones.

- **Recepción y control de materiales.**

Es la suma de esfuerzos enfocados en la cotización, requerimiento y adquisición de los materiales necesarios para producir diferentes elementos dentro del proyecto, el monto total de los materiales en un proyecto de construcción representa un porcentaje importante del costo directo alcanzado por el mismo, por lo cual, el cuidar la aparición de sobre costos, merma o desperdicio, o de un error en la adquisición de materiales producirá un resultado ajustado a lo previsto en la etapa de Pre-construcción.

- **Control y supervisión**

Esta operación tiene lugar a lo largo de todo el proyecto, no únicamente en esta etapa, pero los personajes involucrados en esta operación varían y adquieren diferentes alcances dependiendo de la etapa. En la etapa de construcción el control y seguimiento es llevado por la gerencia de proyectos y la empresa de supervisión, cuyos papeles son los de supervisar los avances realizados por la empresa constructora que asume el papel de unidad ejecutora del proyecto, llevar un control de rendimiento y calidad de la producción y velar por los intereses del cliente.



- **RDI (RFI's)**

Los requerimientos de información RDI, SI o RFI por sus siglas en inglés Request For Information, son documentos estándar, que como su nombre indica, se formulan para solicitar una aclaración o interpretación de un detalle y ampliación de notas en los planos de construcción o en alguna especificación técnica o para solicitar aclaraciones al cliente o a la supervisión de alguna observación que impida el normal desarrollo de las actividades, también se emplean como un medio para llevar registro de las respuestas e interacciones frente a incompatibilidades y errores encontrados en los planos de los proyectistas. (Tilley & Barton, 1997). Varios autores y tesis empleadas como antecedentes están de acuerdo de que la revisión y análisis de los RDI sirven para sentenciar la calidad del proyecto ejecutivo generado en la etapa de Pre-Construcción.

- **Pruebas y Entrega**

Es la operación final referida a la ejecución y consiste en realizar pruebas a todos los elementos producidos e instalados en el proyecto, con el fin de constatar de que cumpla con las especificaciones acordadas por contrato, esta operación se lleva a cavado con las unidades supervisoras mediante los protocolos adecuados, con el fin de corroborar lo asentado en el dossier de calidad entregado al final del proyecto. El fin de esta operación termina con un documento de conformidad y entrega de infraestructura concluida.

b) **Dossier y Planos As Built.** – Corresponde a la elaboración de los entregables finales, que acompañan a la culminación de la ejecución del proyecto y la entrega del mismo, representando en forma de documentos y planos, al proyecto y a la calidad de la elaboración del mismo. (OBS - Onlin Bussines School, 2014). Estos son elaborados y revisados a lo largo de la ejecución del proyecto antes de su entrega final.

- **Gestión y elaboración del Dossier de calidad**

Es un libro a fin de documento que contiene, los certificados de calidad y garantía de los equipos y accesorios instalados en el proyecto, resultados de los ensayos de compresión, flexión y tracción del material empleado en los elementos estructurales, fichas de calidad de los elementos instalados en los diferentes sistemas que conforman el proyecto, etc... este documento certifica la calidad de los diferentes alcances que conforman el proyecto.



- **Planos As Built**

Son los planos finales y definitivos del proyecto, que representa al producto final del proceso de ejecución, siendo así fiel retrato de la realidad. Este producto junto con el Dossier de calidad puede ser empleado en la siguiente etapa.

2.2.2.1.2.3. Post-Construcción.

Constituida por las actividades que prosiguen a la entrega del proyecto construido y la entrega de los documentos pertinentes que certifiquen el culmine de labores o alcances de las empresas de construcción, en esta fase se pone en marcha a la infraestructura nueva para que cumpla la función con la que fue concebida.

- **Puesta en marcha.** – Acompañada de un análisis Ex post, es la fase dedicada a comprobar que lo ejecutado funciona de acuerdo al diseño y que se encuentre operativo. Engloba la gestión necesaria para el arranque de las actividades comerciales, si hubiera, del proyecto ejecutado. Planificar, integrar y controlar los esfuerzos de los trabajadores, contratar y cualquier aspecto concerniente a la actividad productiva de la infraestructura.
- **Operaciones y mantenimiento.** – Empleando los productos de la etapa anterior se coordinan las actividades necesarias para mantener todos los accesorios, equipos y sistemas instalados en óptimas condiciones, para que cumplan las funciones para las que fueron concebidas. (OBS - Online Business School, 2019)

Todos las anteriores etapas, procesos y operaciones descritos convergen y se relacionan entre sí, dirigidos a un fin último que es el desarrollo y conclusión de un proyecto de construcción, a continuación, se presenta una figura que muestra las interacciones entre las diferentes etapas y procesos que componen el desarrollo de un proyecto de construcción.

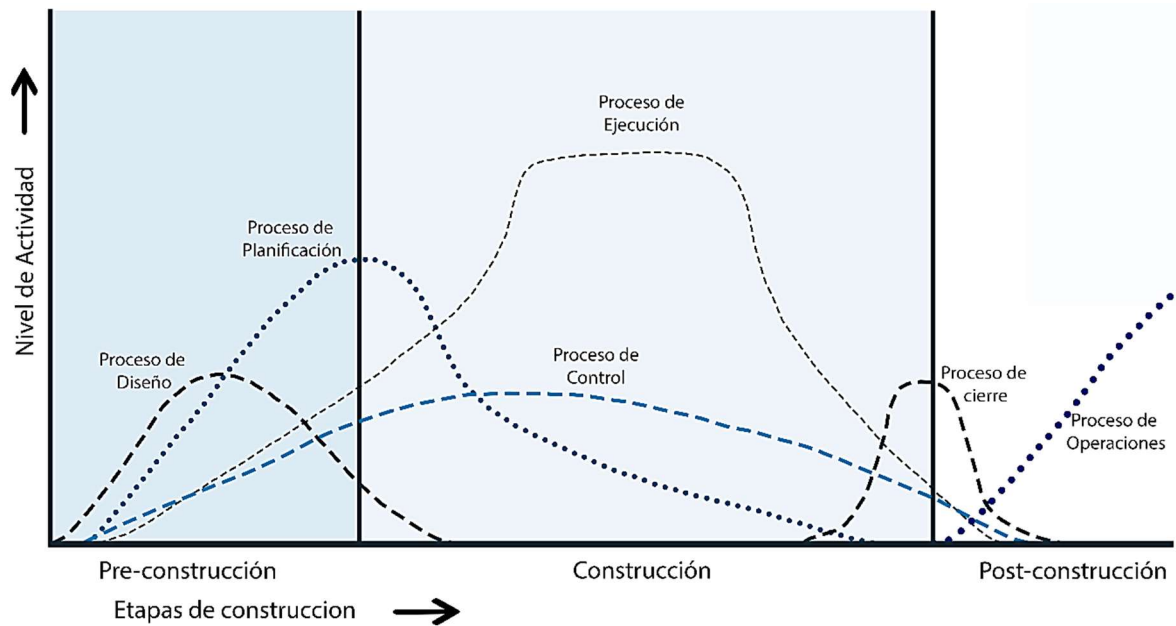


FIGURA 8: Interacción entre los procesos del proyecto en el método “tradicional” de gestión de información.

FUENTE: Elaboración propia con información de: proyectos - Alberto Sendin Escalona

2.2.3. METODOLOGÍAS DE MANEJO DE INFORMACIÓN

2.2.3.1. TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN (TI)

Las TI o IT (por las siglas en inglés de information Technology) conforman el conjunto de recursos y estrategias necesarios para el adecuado manejo de la información producida dentro de un proyecto, por recursos se refiere a los ordenadores, los programas informáticos y las redes capaces de permitir la intercomunicación y conexión de diferentes miembros de un equipo de trabajo sin importar su ubicación; y por estrategias hacen referencia a metodologías formuladas para almacenar, proteger, recuperar, transmitir y procesar la información. (Bribiesca Correa, y otros, 2016)

La aplicación de TI se muestra como el paso natural a seguir en las industrias y sectores que desean obtener competitividades de clase mundial, ya que la información dentro de cualquier rubro, es una herramienta de gestión sumamente importante. Según el Ing. Manuel García – Naranjo: “El medio requiere contar con profesionales que identifiquen, apliquen y valoren el enorme potencial que presentan las Tecnologías de Información (TI) para mejorar la eficiencia del Sector” (García-Naranjo, 2009), concentrándonos en la etapa de Pre-construcción, etapa en la cual se avocará la investigación, las TI y los esfuerzos por optimizar los proyectos de construcción deben ir direccionados inicialmente a elaborar una construcción virtual previa a la ejecución del mismo proyecto en el mundo real, con el fin de encontrar posibles



incompatibilidades, incongruencias, defectos y/o errores precisamente en esta etapa de planificación.

Estas tecnologías son formuladas y se caracterizan por buscar la reducción de costos y el incremento de la capacidad de manejo y administración de procesos que operen generando o necesitando información (L. Mckenney & G. Copeland, 1995), dentro de la construcción se pueden aplicar diferentes TI en diferentes etapas del proyecto, en la presente investigación nos concentraremos en revisar las VDC que se desarrolla a continuación.

2.2.3.1.1. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN VIRTUAL

Conocido también como VDC (Virtual Design and Construction), el Diseño y Construcción Virtual, es el uso integrado y multidisciplinario de modelos de proyectos de construcción para respaldar los objetivos del negocio buscando afectar en el producto, en su organización y en los procesos (Kunz & Fischer, 2012), si bien requiere de una significativa inversión por parte de las empresas para poder utilizar las herramientas adecuadas para un VDC, los beneficios son ampliamente reconocidos al posibilitar una eficaz coordinación multidisciplinaria y permitir verificar la calidad de los proyectos ejecutivos producidos en la etapa de Pre-construcción, de esta forma generando un valor agregado a los proyectos durante su ciclo de vida. (McGraw-Hill, 2012).

Los modelos VDC permiten a los involucrados (Profesionales del Personal, constructores, subcontratistas, proveedores, usuarios, representantes de la comunidad, autoridades legales, etc.) poder comunicarse frente a modelos gráficos a pesar de tener diferentes lenguajes técnicos o no tener ningún conocimiento técnico del rubro, ya que diferentes metodologías VDC brindan plataformas capaces de transmitir la información de forma amigable y sencilla, pero siendo indispensable que todos los involucrados en formular los modelos VDC manejen las herramientas de la metodología empleada. (Rischmoller, 2015). En el desarrollo de la tesis veremos dos VDC una conocida como Metodología “tradicional” y otra como metodología BIM

2.2.3.2. METODOLOGÍA “TRADICIONAL” DE GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN

Se maneja el concepto de Metodología Tradicional como el conjunto de actitudes, procesos y herramientas con las que se gestiona la información producida a lo largo del desarrollo de los proyectos de construcción y que ha tenido acogida por la gran mayoría de profesionales a lo largo de las últimas décadas en la construcción peruana, esta Metodología Tradicional también ha tenido evoluciones a través del tiempo siendo una de estas el paso del diseño a “lápiz y papel”



(la primera forma tecnificada de manejar la Pre-construcción y Construcción de proyectos) al mundo digital.

Esta metodología pese a las modificaciones, actualizaciones y adaptaciones que ha tenido dentro de la construcción en el Perú, posee las siguientes características marcadas en la etapa de Pre-construcción, las cuales a su vez poseen problemáticas identificadas (Hanvey, 2007), estas son:

- El cliente tiene poca participación en la formulación del proyecto ejecutivo, siendo esta en su mayoría de veces en la fase de concepción de la idea inicial, lo cual genera que al momento de la ejecución se presenten gran cantidad de modificaciones por parte de este, al no estar conforme con las características determinadas por los diseñadores y proyectistas.
- El flujo de trabajo es lineal, lo cual significa que los desarrollos de las diferentes especialidades tienen como requisito a otra especialidad previa, y los problemas encontrados por incompatibilidad requieren pasar por revisiones de proyectistas que ya entregaron un trabajo “terminado” lo cual causa un retraso en la etapa de diseño.
- El diseño de los proyectistas se da de forma aislada, provocando que la información o consideraciones tomadas por los profesionales al diseñar en muchos casos se pierdan debido a no estar señaladas en las memorias de cálculo, memorias descriptivas o especificaciones técnicas, provocando malas interpretaciones o vacíos de interpretación por el contratista en la etapa de construcción.

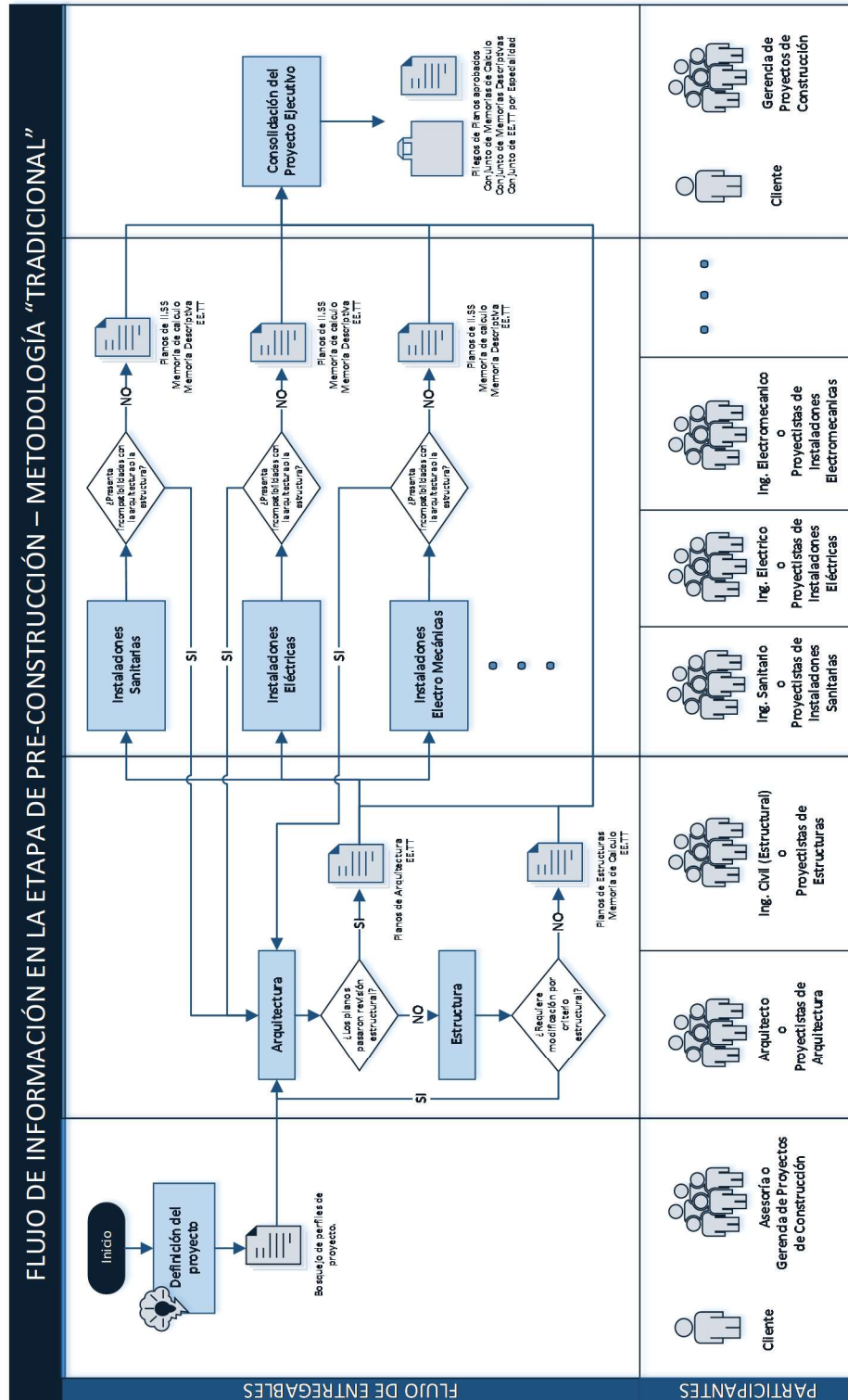


FIGURA 9: Flujo de Información Lineal en la etapa de Pre-construcción
FUENTE: Elaboración propia

2.2.3.3. METODOLOGÍA BIM

Existen diferentes conceptos referidos a la metodología BIM, esto debido a que el origen de cada uno es fruto de las experiencias tras la aplicación de esta metodología en determinado país o continente, o hasta por determinada empresa, otorgando así al BIM un concepto en expansión

y en evolución (McGraw-Hill , 2012). Por lo cual, en la presente tesis de investigación, no se tratará de buscar una definición o concepto preciso para esta metodología, sino se dará a conocer las características, elementos, procesos, etc. que en conjunto componen a la metodología BIM. Partiremos diciendo que:

BIM es el acrónimo de Building Information Modeling, y esta formulada para ser un apoyo en la gestión de la información y no sólo en el modelado de un proyecto, es una metodología de trabajo basada en el uso de información coordinada, coherente y computable relativa a las características físicas y funcionales de un edificio o infraestructura, teniendo como producto de su aplicación no solo una maqueta virtual con información acerca de sus componentes, sino la revisión y producción de un flujo constructivo considerando tanto las limitantes, los recursos y el contexto único de cada proyecto manejado bajo esta metodología (NBIMS - US, 2007), siendo más un simulacro de la etapa de construcción de forma virtual, bajo el cual se realizaran modificaciones al cronograma, al presupuesto y a las diferentes especialidades tratando de que sean más acordes a lo que se verá en la realidad al ejecutar el proyecto. De esta manera, se busca facilitar la interoperabilidad y la colaboración entre los diferentes agentes que participan en el proceso constructivo ofreciendo una plataforma para la toma de decisiones fundamentada en información fiable y compartida. (Autodesk, 2019)

2.2.3.3.1. LÍNEA DE VIDA DEL MODELO BIM

En el libro Transformation of the Building industry – From Traditional to Digital, se remarca la importancia de que la metodología BIM tenga presencia durante toda la vida del proyecto. Y si bien en la presente investigación hacemos hincapié en la aplicación de la metodología en la etapa de Pre-construcción, esto no quiere indicar que solo se la pueda usar en esta etapa.

Como se verá más adelante la metodología BIM posee diferentes niveles o grados de maduración, los cuales a su vez producirán diferentes modelos y productos entorno a estos y cuyas características les permitirán funcionar en más de una etapa del desarrollo de un proyecto (Pre-construcción, Construcción y Post-construcción), llegando hasta volverse parte esencial de estas dependiendo de los parámetros con los que se hallan trabajo estos modelos.

Patrick McLeamy analizo la inversión realizada en cada una de las tres etapas de los proyectos de construcción, obteniendo que, por cada \$1 gastado en la etapa de diseño se gastan \$20 en la de construcción y \$60 en la de operaciones (MacLeamy, 2010). Con lo cual se concluye que es en la etapa de Diseño (Pre-construcción) donde debe ocurrir la mayor parte de la inversión para el empleo de nuevas metodologías, tecnologías y sistemas (optimización de la etapa).



Es por lo anterior que se sustenta el estudio de la aplicación de la metodología BIM en la etapa de Pre-construcción, realizada en la presente investigación, pues además de lo ya dicho, una mayor inversión de dinero y recursos en la metodología BIM en esta etapa significa un mayor alcance y tiempo de vida de los modelos dentro de las etapas de un proyecto de construcción como veremos a continuación.

2.2.3.3.2. NIVELES BIM

Existen diferentes formas de clasificar a la metodología BIM por sus características, pero en la actualidad existen dos que son las más relevantes:

- Los Grados de Maduración BIM formulada por el gobierno del Reino Unido a través de la publicación del NBS (National Building Specification), la cual se encuentra enfocada en revisar la colaboración entre las diferentes especialidades, nivel de detalle e información introducida en el modelo, forma de intercomunicación entre los miembros del proyecto, y alcances de la metodología en aspectos como planificación (tiempo - 4D), presupuesto (costo – 5D) y ciclo de vida del proyecto tras su construcción (operaciones – 6D). (Waterhouse, National BIM Report, 2018)
- La clasificación LOD (Level of developmen), un término acuñado por el instituto Americano de Arquitectura (AIA), la cual se encuentra enfocada en el desarrollo de los modelos generados por una empresa en función al nivel de información gráfica y no grafica que acompaña el modelo. (Sánchez Ortega, 2016)

Como se puede observar los grados de maduración BIM tienen un espectro más amplio en los parámetros a revisar para clasificar la aplicación de la metodología BIM dentro de un proyecto (teniendo como enfoque principal evaluar la colaboración e integración entre especialidades y sus profesionales a cargo), lo cual le permite contener a la clasificación LOD que se centra únicamente en el desarrollo del modelo.

En la presente investigación la revisión bajo la clasificación por Grados de Maduración BIM será la que tenga mayor relevancia, y se mencionará el LOD alcanzado por el modelo de cada proyecto.

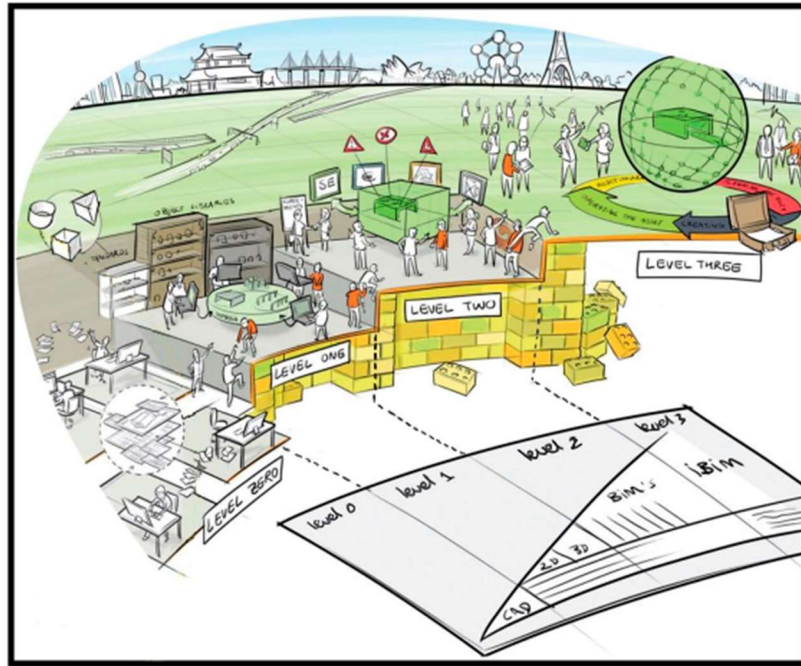


FIGURA 10: Grados de maduración BIM
FUENTE: Micrystation-Bentley, 2015

a) Grado de Maduración 0: Pre-BIM

Caracterizada por no contar con un trabajo colaborativo entre los profesionales involucrados en la etapa de diseño de las diferentes especialidades, la documentación del proyecto se maneja en 2D y las visualizaciones 3D si son generadas, estas son a menudo incoherentes y se apoyan en la documentación 2D y en los detalles presentadas en las mismas. Las cantidades, estimaciones de costos y especificaciones no son derivadas del modelo ni están vinculadas a la documentación. El flujo de trabajo es lineal y asincrónico. Este nivel de la Metodología BIM es homologa a la Metodológico “Tradicional”. (Sanchez Ortega, 2017)

- **LOD 100**

Se trata de un diseño conceptual del edificio que proporciona un análisis de área y orientación representado por un símbolo o representación genérica. Es posible estimar un costo del proyecto basado en estos parámetros, sin embargo, debido a la poca información que se ingresa, estos valores pueden estar alejados de la realidad. (Alonso Madrid, 2017)

b) Grado de Maduración 1: Etapa BIM 1

La implementación BIM se inicia a través del uso de un software paramétrico 3D basado en la construcción de objetos como ArchiCAD, Revit, Tekla, etc. En esta etapa, los usuarios generan modelos independientes más que nada para un manejo conceptual del proyecto o para automatizar la generación de la documentación 2D y visualización 3D. Las prácticas de colaboración son similares a la etapa Pre-BIM, los intercambios de data entre los involucrados



del proyecto son unidireccionales (flujo de información lineal ver Figura 9) y las comunicaciones son asincrónicas y desarticuladas. (Sanchez Ortega, 2017)

- **LOD 200**

En este caso ya existe un nivel de diseño mayor que aporta una visión general de los elementos donde se define gráficamente sus cantidades, formas, tamaños y ubicaciones aproximadas, también posee cierta información no gráfica unida a estos sistemas de elementos y se puede generar una estimación del presupuesto más precisa. (Alonso Madrid, 2017).

c) Grado de Maduración 2: Etapa BIM 2

El trabajo entre los profesionales de diferentes especialidades comienza a ser más colaborativo y se empiezan a desaparecer las barreras entre estos mediante reuniones esporádicas de coordinación entre los proyectistas, la gerencia y el cliente, cada profesional trabaja en su propio modelo 3D, se comparten la información en un formato único y se integran en un modelo 3D mucho más completo que en los grados de maduración anteriores.

Los modelos tienen cada vez más detalle y se llega a integrar en ellos parámetros de tiempo en función al cronograma y costos que junto con los metrados más detallados del modelo, produce un presupuesto más realista, para esto se requiere el empleo de nuevos programas no empleados en los grados anteriores. (Sanchez Ortega, 2017) (BIMETRICLAB, 2019)

Es en este grado de maduración donde se puede observar el paso del flujo de información lineal a una de flujo de información transversal, el cual se caracteriza por manejar un entorno de trabajo más integrado y participativo en la toma de decisiones y elaboración de un proyecto, lo cual crea un clima de trabajo más óptimo y permite mejores resultados al estar todos involucrados en el total del proyecto y no solo en partes aisladas.

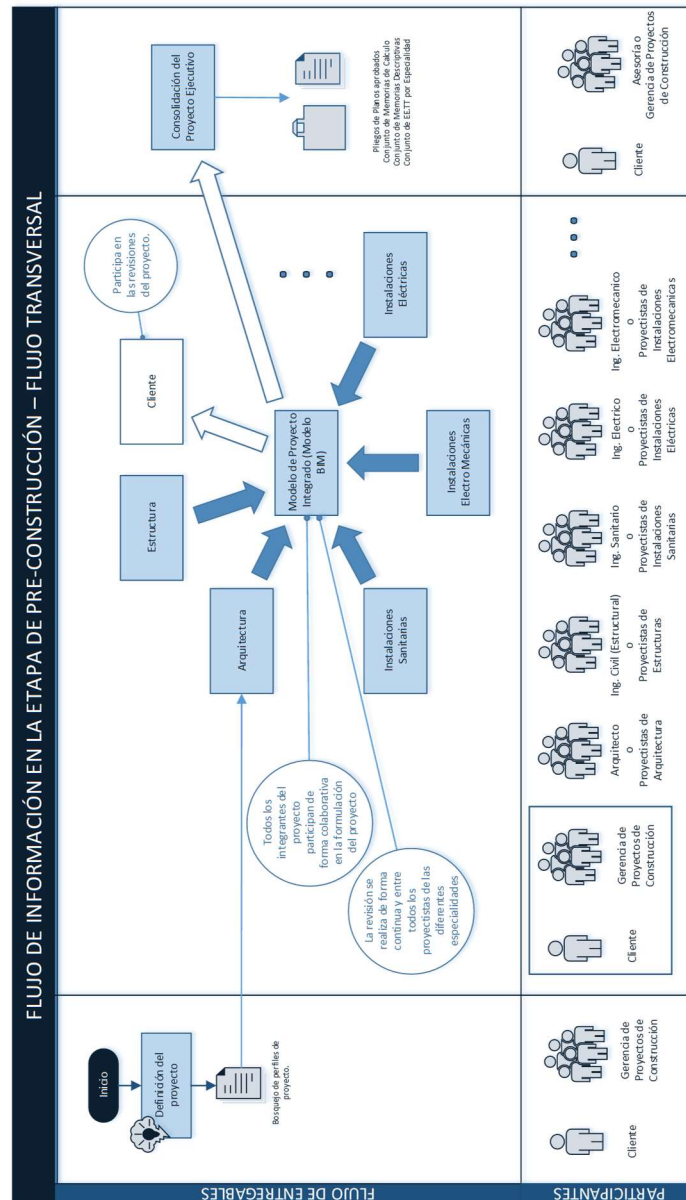


FIGURA 11: Flujo de Información Transversal en la etapa de Pre-construcción
 FUENTE: Elaboración propia

- **LOD 300**

Se trata de un nivel que aporta información y geometría más precisa, pendiente de algunos detalles constructivos, así mismo ya tenemos valores bastante aproximados de cantidades, forma, ubicación y volumen de los elementos del proyecto con relación a lo que se verá al ejecutarlo. (Alonso Madrid, 2017)

- **LOD 350**

Equivalente al LOD 300 pero se adiciona la detección de interferencias entre distintos elementos tras haber realizado a una compatibilización entre todas las especialidades, El modelo resultante de este LOD puede denominarse como una construcción virtual. (Alonso Madrid, 2017)

d) Grado de Maduración 3: Etapa BIM 3

En esta etapa los modelos se desarrollan bajo un trabajo integrado, la información es compartida y manejada colaborativamente a lo largo de todas las fases del proyecto, desaparecen completamente las barreras entre especialistas y el cronograma presenta reuniones programadas entre los proyectistas para afianzar el trabajo interdisciplinario.

Los objetos de los modelos BIM en esta etapa poseen ya una gran cantidad de parámetros e información incorporadas en ellos, llegando a gestionare la información del cronograma (4D), del presupuesto (5D) y del ciclo de vida del proyecto en la etapa de operaciones (6D).

El intercambio de información se da bajo un formato único, y de preferencia estandarizado bajo ISOS formulados para la metodología BIM, y compartidos en una nube o red de fácil acceso para los integrantes del proyecto. (Sanchez Ortega, 2017)

- **LOD 400**

En esta etapa los objetos del modelo se encuentran definidos a detalle, compatibilizados y revisados por interferencias generando una construcción virtual más detalla que el LOD anterior, las cantidades y dimensiones son fiel reflejo de lo que se encontrara al ejecutarlo, y se adicionan conceptos de constructabilidad en el modelo al momento de analizar su cronograma con las herramientas de la metodología.

Se incluye información de fabricación, montaje o instalación por la característica de este LOD de relacionar información no grafica con los objetos y elementos del modelo. (Alonso Madrid, 2017)

- **LOD 500**

Este LOD acompaña al proyecto en la etapa de construcción, constando de elementos reales ya ejecutados en el campo y se tienen absolutamente todos los datos acerca de tamaño, forma, localización, cantidad y orientación. Sirviendo en tal caso como un modelo de revisión y de mantenimiento y funcionamiento de la infraestructura construida. (Alonso Madrid, 2017)

Grados de Maduración BIM	Pre-BIM	BIM 1		BIM 2	BIM 3		
				3D	3D - Formato unico (IFC)		
				Flujo Transversal	Flujo Transversal		
				Integración de especialidades	Colaboración		
				Integración de especialidades	Integración de especialidades		
Clasificación LOD	LOD 100	2D	2D	3D	4D	5D	6D
		Flujo Lineal	Flujo Lineal	Flujo Transversal	Desarrollo alojado en una nube virtual		
		Flujo Lineal	Flujo Lineal	Colaboración			
		Sin Colaboración	Sin Colaboración	Integración de especialidades			
		Sin Colaboración	Sin Colaboración	Integración de especialidades			
		LOD 200	LOD 300	LOD 400			
			LOD 350	LOD 500			

FIGURA 12: Grados de maduración BIM

FUENTE: Elaboración propia – adaptación del triángulo de grados de maduración



2.3. HIPÓTESIS

2.3.1. Hipótesis General

Mientras mayor sea el nivel o grado de maduración de la Metodología BIM aplicada en la etapa de Pre-Construcción requerirá de una mayor inversión de dinero y recursos en dicha etapa, pero se verá una reducción del tiempo invertido y se obtendrá un proyecto ejecutivo de mayor calidad, esto promoverá la reducción de variaciones en el cronograma y el presupuesto en la etapa de Construcción.

2.3.2. Sub Hipótesis

a) Sub hipótesis N° 01

Existirán variaciones apreciables en los niveles o grados de maduración de la metodología BIM con relación a lo indicado en la teoría, al aplicarlos en la etapa de Pre-construcción de proyectos hoteleros de la empresa Orion Group, esto debido a las características propias del rubro de la construcción en el Perú.

b) Sub hipótesis N°02

Mientras mayor sea el nivel o grado de maduración de la Metodología BIM aplicada en la etapa de Pre-Construcción, generara un aumento en el rendimiento de los Diseños y Formulación de los proyectos hoteleros de la empresa Orion Group, reduciendo así el tiempo invertido en dicha etapa.

c) Sub hipótesis N° 03

Mientras mayor sea el nivel o grado de maduración de la Metodología BIM aplicada en la etapa de Pre-Construcción, generara un aumento sustancial en los Costos de Diseños y Formulación de los proyectos hoteleros de la empresa Orion Group.

d) Sub hipótesis N° 04

Mientras mayor sea el nivel o grado de maduración de la Metodología BIM aplicada en la etapa de Pre-Construcción, producirá una planificación y estimación de tiempos más ajustado a la realidad, lo cual reducirá las Variaciones del Cronograma en la etapa de Construcción de los proyectos de la empresa Orion Group,

e) Sub hipótesis N° 05

Mientras mayor sea el nivel o grado de maduración de la Metodología BIM aplicada en la etapa de Pre-Construcción, producirá unos metrados y alcances más ajustados a la realidad, lo cual



reducirá las Variaciones en el Presupuesto en la etapa de Construcción de los proyectos hoteleros de la empresa Orion Group.

f) Sub hipótesis N° 06

Mientras mayor sea el nivel o grado de maduración de la Metodología BIM aplicada en la etapa de Pre-Construcción, producirá un proyecto ejecutivo más detallado y de mayor calidad, lo cual reducirá la aparición de RDI's producidos durante la ejecución.

2.4. DEFINICIÓN DE VARIABLES.

2.4.1. Variables Independientes

a) BIM - Building Information Modeling (X)

Es una metodología de gestión de la información, aplicable en todas las etapas que componen a un proyecto. Empleada para el manejo de forma tecnificada de las relaciones entre los aspectos sociales y técnicos, la administración de los recursos y el seguimiento del desarrollo de los diferentes procesos y operaciones, para lograr un ambiente más colaborativo y productivo entre todos los involucrados.

Indicadores de las variables independientes

a) BIM - Building Information Modeling (Teoría) (X1)

2.4.2. Variables Dependientes

a) Pre-construcción (Y1)

Hace referencia a las etapas de pre-diseño, diseño, ingeniería, procura, análisis de viabilidad, planificación y elaboración del presupuesto, abarcando así desde la concepción de la idea inicial del proyecto, hasta la producción y entrega del proyecto ejecutivo.

b) Construcción (Y2)

Comprende a las etapas de ejecución y entrega de la obra concluida y a la de elaboración de entregables finales como el Proyecto As Built y el Dossier de calidad.

Indicadores de las variables dependientes

a) Grados de Maduración BIM (Y1)

I. Grados de maduración BIM (Y1-1)

1) Características Del Grado De Maduración BIM

b) Pre-construcción (Y2)

II. Tiempo de Diseño y Formulación (Y2-1)



2) Rendimiento de Formulación del Proyecto Ejecutivo

3) Cantidad de Personal Involucrado

III. Costo de Diseño y Formulación (Y2-2)

1) Costos por Formulación y Diseño

2) Recursos Necesarios

c) Ejecución (Y3)

I. Variaciones en el Cronograma (Y3-1)

1) Retrasos por Aprobaciones e Incompatibilidad

II. Variaciones en el Presupuesto (Y3-2)

1) Adicionales de Obra

2) Deductivos de Obra

III. Calidad del proyecto Ejecutivo empleado en la etapa de construcción (Y3-3)

1) RDI's (Consultas)

2.4.3. Cuadro de Operación de Variables

TABLA 3: Cuadro de Operacionalización de Variables

TITULO DE LA TESIS: Análisis comparativo de la aplicación de la Metodología BIM en la etapa de Pre-Construcción y sus efectos en la Construcción de los proyectos hoteleros de la empresa Orion Group, 2018 – 2019.							
CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES							
TIPO DE VARIABLE	NOMBRE DE LA VARIABLE	DESCRIPCIÓN / DEFINICIÓN DE LA VARIABLE	NIVEL O DIMENSIÓN	INDICADOR	UND. INDICADOR	INSTRUMENTO METODOLÓGICO (FUENTE)	
INDEPENDIENTE	BIM - Building Information Modeling (X)	Es una herramienta de gestión de la información, aplicable en la etapa de Pre-construcción. Empleada para el manejo de las relaciones entre los recursos técnicos y sociales que representan a la complejidad de la colaboración y la interrelación de hoy.	BIM - Building Information Modeling (X1)	MARCO TEORICO	N/P	NATIONAL BIM SURVAY (NBS) - UK	
	GRADOS DE MADURACION BIM (Y1)	Son los diferentes niveles en los que se puede aplicar la metodología BIM, en función de los aspectos que se varían en el desarrollo y control de información del proyecto.	GRADOS DE MADURACION BIM (Y1-1)	CARACTERISTICAS DEL GRADO DE MADURACION BIM	N/P	NATIONAL BIM SURVAY (NBS) - UK	
DEPENDIENTE	PRE-CONSTRUCCION (Y2)	Hace referencia a las etapas de P diseño, Ingeniería y Procura y las fases de Análisis de Viabilidad y planificación y programación, Abarcando así desde la concepción de la idea inicial del proyecto, hasta la producción del proyecto ejecutivo.	TIEMPO DE DISEÑO Y FORMULACIÓN (Y2-1)	RENDIMIENTO DE DISEÑO Y FORMULACIÓN DEL PROYECTO EJECUTIVO	hh/m2	FICHA DE ANALISIS DOCUMENTAL	
			COSTO DE DISEÑO Y FORMULACIÓN (Y2-2)	CANTIDAD DE PERSONAL INVOLUCRADO	# DE PERSONAL DEL STAFF DE TRABAJO		FICHA DE ANALISIS DOCUMENTAL
				COSTOS POR FORMULACIÓN Y DISEÑO	s/.		FICHA DE ANALISIS DOCUMENTAL
				RECURSOS NECESARIOS	s/.		FICHA DE ANALISIS DOCUMENTAL
				VARIACIONES EN EL CRONOGRAMA (Y3-1)	RETRASOS EN LA ENTREGA DE LA OBRA CONCLUIDA	% DEL CRONOGRAMA	
CONSTRUCCIÓN (Y3)	Hace referencia a las etapas de ejecución y a la de elaboración de entregables finales como el Proyecto As Build y el Dossier de calidad.		VARIACIONES EN EL PRESUPUESTO (Y3-2)	ADICIONALES DE OBRA	% DEL PRESUPUESTO	FICHA DE ANALISIS DOCUMENTAL	
				DEDUCTIVOS DE OBRA	% DEL PRESUPUESTO	FICHA DE ANALISIS DOCUMENTAL	
			CALIDAD DEL PROYECTO EJECUTIVO EMPLEADO EN LA ETAPA DE CONSTRUCCION (Y3-3)	RD1 (CONSULTAS)	CANTIDAD, ESPECIALIDAD Y FUENTE DE ORIGEN.		FICHA DE ANALISIS DOCUMENTAL

FUENTE: Elaboración propia

Capítulo III: METODOLOGÍA.

3.1. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.1. Tipo de Investigación.

El tipo de investigación cuantitativo usa la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías. (Hernandez, Fernandez, & Baptista, 2006)

La investigación es de tipo cuantitativa, debido a que las variaciones y efectos analizados de los indicadores seleccionados son susceptibles a ser cuantificados, y en base a las apreciaciones de los resultados obtenidos de dicho análisis, se procederá a formular las conclusiones que refutaran o verificaran las hipótesis iniciales. Y para lograr entregar un análisis más completo del entorno y la realidad de la aplicación de la metodología BIM, se adicionarán apreciaciones cualitativas, las cuales servirán de apoyo y referencia para los análisis cualitativos, pero en ningún momento serán el foco en el que se centra la investigación.

3.1.2. Nivel o Alcance de la Investigación

La investigación descriptiva busca especificar propiedades, características y rasgos importantes de cualquier fenómeno que se analice. Describe tendencias de un grupo o población. (Hernandez, Fernandez, & Baptista, 2006)

La investigación busca describir, explicar y entender los efectos producidos en los indicadores revisados por la aplicación de la metodología BIM en la etapa de Pre-construcción de los proyectos hoteleros de la empresa Orion Group, por lo tanto, esta investigación alcanza el nivel descriptivo con aspectos correlacionales.

3.1.3. Método de Investigación

El método hipotético deductivo es el camino que sigue el investigador para ser de su actividad una práctica científica, el método hipotético deductivo tiene varios pasos: observación del fenómeno a estudiar, creación de una hipótesis para explicar dicho fenómeno, deducción de consecuencias o proposiciones más elementales que la propia hipótesis y verificación o comprobación de la verdad de los enunciados deducidos dándolos con experiencia. (Hernandez, Fernandez, & Baptista, 2006)

Para la investigación usaremos el método hipotético – deductivo, debido a que plantaremos una hipótesis según el marco teórico, los antecedentes y las observaciones previas, para luego comprobar o refutar los enunciados mediante las conclusiones obtenidas tras culminar la investigación.