



UNIVERSIDAD
DE PIURA

REPOSITORIO INSTITUCIONAL
PIRHUA

VALOR REAL PARA EL CLIENTE DE LA GESTIÓN BIM (PRE- CONSTRUCCIÓN VIRTUAL) EN PROYECTOS DE EDIFICACIONES

Carlos Jurado-Guerra, Cynthia Alva-
Rivera

Lima, 2016

PAD Escuela de Dirección

Máster en Dirección de Empresas

Jurado, C. y Alva, C. (2016). *Valor real para el cliente de la gestión BIM (pre-construcción virtual) en proyectos de edificaciones* (Tesis de Máster en Dirección de Empresas). Universidad de Piura. Programa de Alta Dirección. Lima, Perú.



Esta obra está bajo una [licencia](#)
[Creative Commons Atribución-](#)
[NoComercial-SinDerivadas 2.5 Perú](#)

[Repositorio institucional PIRHUA – Universidad de Piura](#)



PROGRAMA MÁSTER EN DIRECCIÓN DE EMPRESAS PART TIME

TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE
MÁSTER EN DIRECCIÓN DE EMPRESAS

VALOR REAL PARA EL CLIENTE DE LA GESTIÓN BIM (PRE-CONSTRUCCIÓN VIRTUAL) EN PROYECTOS DE EDIFICACIONES

Carlos Alberto Jurado Guerra
Cynthia Pamela Alva Rivera

Lima, 2016

Agradecimientos:

Un agradecimiento especial a nuestro asesor de tesis PhD. Pablo Montalbetti Solari, quien ha sido un soporte esencial para poder direccionar el estudio de la tesis y el interés demostrado durante todo el desarrollo.

A los colaboradores de diferentes empresas que nos brindaron su valiosa opinión con la mejor predisposición en las entrevistas realizadas.

Dedicatoria:

Esta tesis se la dedicamos con todo nuestro corazón a nuestro primer hijo
Liam próximo a nacer, todos nuestros esfuerzos y alegrías son pensando en él.

VALOR REAL PARA EL CLIENTE DE LA GESTIÓN BIM **(PRE-CONSTRUCCIÓN VIRTUAL) EN PROYECTOS DE EDIFICACIONES**

RESUMEN EJECUTIVO

La gestión BIM (Building Information Modeling) es una metodología de gestión en proyectos de construcción, la cual usa un modelo virtual digital del proyecto como base para permitir el entendimiento del proyecto previo a la construcción real, gestionar la información, mejorar la comunicación y lograr la colaboración entre el cliente, proyectistas, constructores y usuarios para poder alcanzar los objetivos del proyecto y del cliente.

Esta metodología ha sido usada a partir de los años noventa en los países más desarrollados del mundo y aún continúa realizando la expansión de su uso en diversos países. En Perú se han desarrollado esfuerzos aislados de algunas empresas para explorar sus beneficios, teniendo buenas y malas experiencias. Lo que este estudio busca captar es la percepción del cliente luego de haber tenido la experiencia de usar esta metodología en alguno de sus proyectos, para así revisar las expectativas con las que iniciaron la implementación de esta metodología y compararlo con los resultados realmente obtenidos al final del proyecto, identificar cuáles son los beneficios que ellos perciben han logrado gracias al BIM y clasificarlos en orden de importancia o de impacto de acuerdo a la valoración que cada empresa le ha dado; asimismo identificar cuáles son los principales obstáculos o barreras de entrada con las que se han encontrado, evaluar el nivel de esfuerzo que se necesita para que estas barreras disminuyan y evaluar el beneficio a largo plazo justifica la inversión en recursos económicos, tiempo, capacitaciones y otros aspectos complementarios.

Debido al universo limitado de empresas que trabajan actualmente con esta metodología, los resultados obtenidos no pretenden ser estadísticamente válidos para que su escala al resto de empresas de Lima; pero consideramos será una información importante para obtener pautas iniciales, de las cuales se elaboran ciertas conclusiones y recomendaciones al final de la investigación.

Palabras clave: *Metodología gestión BIM; Atributos; Beneficios, Cliente; Edificaciones.*

INDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	7
PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN EN LA ACTUALIDAD: MÁS COMPLEJOS, EXIGENTES Y CON SOBRECOSTOS FINALES.....	7
UNA NUEVA METODOLOGÍA DE GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN	8
DEFINICIÓN DE BIM.....	10
UN AMBIENTE DE COLABORACIÓN BIM	11
<i>El Big Room</i>	12
<i>Visualización en oficinas y en campo</i>	13
PERCEPCIÓN DE LOS BENEFICIOS DE UNA GESTIÓN BIM POR LOS CLIENTES.....	16
CAPÍTULO I: ANTECEDENTES	18
1.1 EXPERIENCIA BIM EN EL MUNDO	18
<i>BIM en Europa</i>	19
<i>BIM en Norteamérica</i>	21
<i>BIM en Sudamérica</i>	22
1.2 EXPERIENCIA BIM EN EL PERÚ	23
CAPÍTULO II: CONCEPTO DE UNA GESTIÓN BIM	24
2.1 MODELO BIM:	24
2.2 SESIONES ICE (INTEGRATED CONCURRENT ENGINEERING):.....	25
2.3 PROCESS PRODUCTION MANAGEMENT: (GESTIÓN DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN).....	25
CAPÍTULO III: BENEFICIOS DE UNA GESTIÓN BIM.....	26
3.1 MEJORES DECISIONES DE INVERSIÓN.....	26
3.2 CALIDAD DEL DISEÑO.....	26
3.3 MEJORA LA PARTICIPACIÓN DE LOS INVOLUCRADOS.....	26
3.4 REDUCCIÓN DE COSTOS.....	26
3.5 REDUCCIÓN DE TIEMPO	27
3.6 MEJORAS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN.....	27
3.7 MEJORAS DURANTE LA OPERACIÓN.....	27
CAPÍTULO IV: OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	28

4.1 IDENTIFICAR QUE ATRIBUTOS SON LOS QUE PERCIBEN QUE APORTAN MAYOR VALOR.	28
4.2 ESTIMAR CUANTO ESTÁ DISPUESTO EL CLIENTE A PAGAR POR ESTOS BENEFICIOS....	28
4.3 CONOCER QUE CAMBIOS SUGIERE EL CLIENTE PARA PODER UTILIZAR EL BIM.....	28
CAPÍTULO V: METODOLOGÍA PARA OBTENER LA INFORMACIÓN.....	29
4.1 PERFIL DE LAS EMPRESAS.....	29
<i>Experiencia usando la metodología BIM.....</i>	<i>29</i>
<i>Tipos de empresas.....</i>	<i>29</i>
<i>Tipo de Proyectos.....</i>	<i>29</i>
<i>Tamaño de las empresas</i>	<i>29</i>
<i>Región geográfica</i>	<i>30</i>
4.2 PERFIL DEL PROFESIONAL ENTREVISTADO	30
4.3 CANTIDAD DE ENTREVISTAS.....	30
4.4 TIPO DE PREGUNTAS DE LA ENCUESTA.....	30
4.5 REGISTRO DE LAS ENTREVISTAS Y CARTA DE CONFIDENCIALIDAD.....	30
4.6 PROCESO DE ENTREVISTA	30
4.7 CUESTIONARIO.....	31
4.8 MODELO DE ENTREVISTA.....	31
CAPÍTULO VI: ENTREVISTAS A LAS EMPRESAS	33
ENTREVISTA N° 01: CLIENTE FINAL	33
ENTREVISTA N° 02: CONSTRUCTORA.....	37
ENTREVISTA N° 03: INMOBILIARIA	40
ENTREVISTA N° 04: SUPERVISIÓN Y GERENCIA DE PROYECTOS.....	43
ENTREVISTA N° 05: CONSTRUCTORA.....	46
CAPÍTULO V: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS ENTREVISTAS	50
CONCLUSIONES Y PROPUESTA	58
BIBLIOGRAFÍA	61

INTRODUCCIÓN

Proyectos de construcción en la actualidad: Más complejos, exigentes y con sobrecostos finales

Actualmente los proyectos de construcción cuentan con mayor información y especialización debido al avance tecnológico cada vez más automatizado en edificaciones, con sistemas inteligentes y un mayor número de instalaciones que logren aumentar el nivel de confort de los usuarios, sumado a los diseños arquitectónicos que buscan retar los límites de las estructuras para crear diseños innovadores con mejores ventajas funcionales en la edificación, consideraciones de diseño y de materiales sostenibles con menor afectación del medio ambiente, aumentando el nivel de complejidad tanto del diseño del proyecto, su construcción y la operación.

Sumado a esta complejidad, están los retos de las empresas para lograr su crecimiento en el mercado, con grandes expectativas de rentabilizar sus inversiones que cada vez más dependen del entorno global y como los países sufren por una coyuntura cambiante, las empresas buscan materializar rápidamente sus inversiones, siendo más exigentes y buscando realizar sus proyectos de construcción en menores plazos y con menores montos de inversión, considerando que ahora son edificaciones más complejas.

La industria de la construcción es la que menos cambios ha sufrido a comparación de las otras industrias, es la que menos innovaciones ha generado y esto se ve reflejado en la productividad de la mano de obra que en comparación con la industria manufacturera e inclusive otras industrias, ha quedado rezagada como se muestra en la Figura 1, por lo que actualmente existen muchas ineficiencias debido a que muchos de los procesos se siguen realizando de manera tradicional, y la innovación mediante el uso de la tecnología ha tenido papel poco importante durante estos años, haciendo que los sobrecostos de los proyectos, re-trabajos, incumplimientos de los plazos sean un denominador común y que pareciera difícil de poderlo cambiar en un corto plazo.

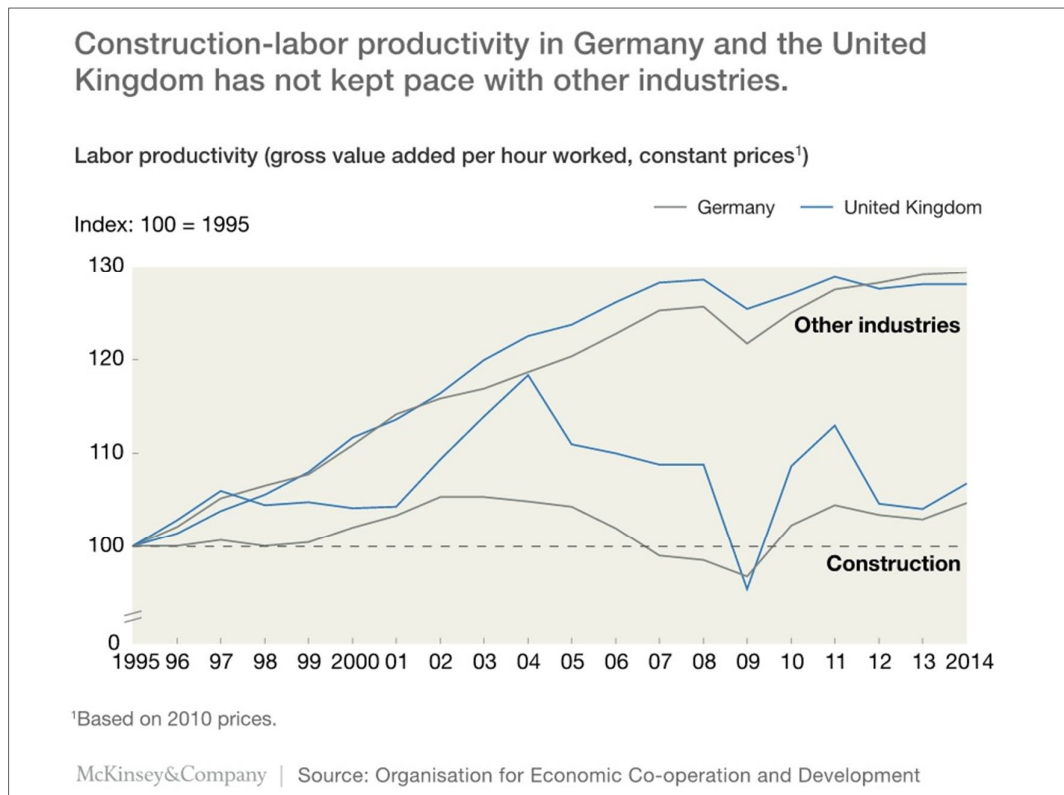
Los principales problemas en la construcción son las incompatibilidades; los cuales tienen su origen en un diseño inconsistente donde las especialidades no están debidamente integradas, hay falta de información, errores de diseño, o simplemente la representación no es la adecuada y se requiere aclaraciones por parte de los múltiples proyectistas.

Esto impacta directamente en los plazos de entrega del proyecto, nuevos costos adicionales al presupuesto estimado, conflictos contractuales, afectaciones en la calidad por re-trabajos constructivos, horas perdidas del personal staff realizando labores administrativas y de seguimiento de información en lugar de optimizar la planificación y buscar un valor agregado para el proyecto.

A consecuencia de estos problemas se deteriora la relación comercial entre el cliente y la constructora, por el desgaste en las negociaciones de cada uno de los costos adicionales, ampliaciones de plazo, o re-trabajos que pueden tener su origen en modificaciones solicitadas por el cliente, deficiencias en el diseño del expediente del proyecto o incongruencias no detectadas a tiempo por el constructor.

Figura 1

La productividad de mano de obra en Alemania y Reino Unido no se ha mantenido al mismo ritmo que otras industrias desde 1995 a 2014



Una nueva metodología de gestión de la información

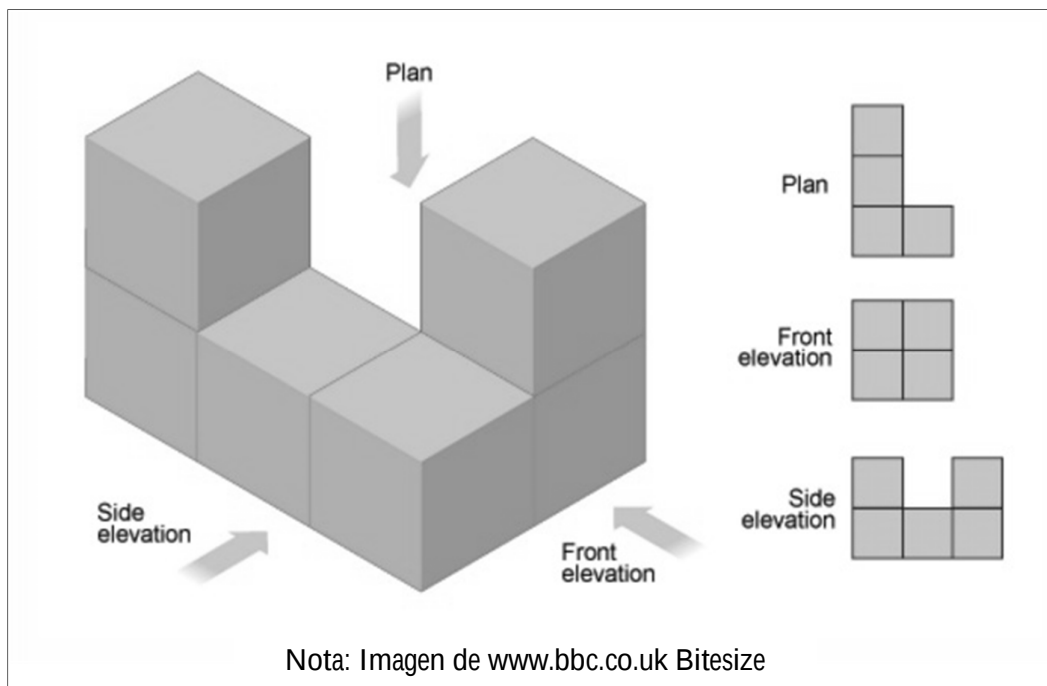
Debido a los avances tecnológicos cada vez es más común tener softwares o programas que permitan administrar grandes bases de datos. En el caso de la industria de la construcción existen herramientas que permiten realizar el modelamiento de una edificación en computadora, tanto de la arquitectura, estructuras e instalaciones de tal forma que pueda realizarse una superposición de todos los elementos de la edificación y verlo en forma tridimensional, es decir mucho más cercano a la realidad y a la forma en que

todas las personas, sean o no parte del proyecto, lo entienden por ser de ésta forma en la que naturalmente vemos los objetos.

Este modelamiento virtual busca reemplazar los planos en 2 dimensiones que son una “representación” del diseño que se comenzaron a utilizar desde el siglo XIX y que en la década de los ochentas, con el desarrollo de la computadora se logró automatizar el proceso de desarrollo de planos mediante un software CAD (Computer aided design) pero no cambió la forma en la que se representaba la intención del diseño: el proyectista seguía pensando en el producto futuro en 3 dimensiones, lo plasmaba en planos en 2D para que luego el constructor vuelva a interpretar la información de los planos en 2D y pueda planificar la construcción de la edificación en 3D. La diferencia en la visualización entre 3D y 2D es de gran importancia, como se puede ilustrar en la Figura 2.

Figura 2

Pensamiento en 3D se plasma en 2D para que pueda ser interpretado por el constructor



El término BIM (Building Information Modeling) aparece en 1992 y se hace popular diez años después, en el año 2002, cuando Autodesk comienza a generar reportes y guías para informar a los nuevos usuarios de la nueva filosofía de este nuevo concepto. Los vendedores de software también comienzan a involucrarse con este nuevo concepto para estandarizarlo debido a que otras firmas como Graphisoft y Bentley, ofrecían un producto similar pero con diferente terminología. (Laiserin, 2003)

Definición de BIM

El comité de estandarización de proyectos de “Building Information Model” de USA define BIM como *“Una representación digital de las características físicas y funcionales de una edificación. BIM es un fuente de conocimiento compartido para obtener información acerca de una edificación formando una base confiable para la toma de decisiones durante todo el ciclo de vida, definido desde su concepción temprana hasta su demolición.”* (National BIM Standard – US, 2014)

BIM se desarrolla no solamente de la representación geométrica en 3D de altura, ancho y profundidad, sino también información asociada a cada elemento como la ubicación geográfica, cantidades, propiedades de los materiales, detalles de proveedores y si se comienzan a agregar parámetros como es el tiempo se puede obtener un modelo 4D o inclusive si se agrega el costo tendríamos un modelo 5D.

Las herramientas BIM permiten usar la información del modelo de forma práctica, rápida y confiable. Entre sus principales ventajas está extraer diferentes vistas del modelo para ser usado durante el proceso de elaboración del diseño, a diferencia de cuando se realiza el diseño en 2D donde las vistas en elevaciones y cortes son independientes de las vistas en planta, lo que conlleva a errores de inconsistencia. (Ver Figura 3)

Figura 3
Posibilidad de extraer diferentes vistas de un único modelo



Cada elemento del modelo BIM posee un atributo que permite seleccionar o agrupar objetos que cumplan de determinadas características, de tal forma que se pueden realizar un seguimiento más rápido de objetos similares y contar cantidades en función de alguno de estos atributos.

El diseño es desarrollado desde la etapa de concepción de la idea, y continuará manejado por todos los involucrados: proyectistas, gerencia de proyectos y otros asesores especializados, por lo que la información es compartida basado en el mismo modelo único, reduciendo las pérdidas de información como ocurre tradicionalmente en el sector construcción, cuando ingresa un nuevo interesado en el proyecto y no se logra transmitir al 100% la información de lo avanzado hasta esa fecha.

La gestión BIM se realiza durante todo el ciclo de vida del proyecto (diseño, desarrollo y puesta en marcha). Consiste en garantizar la eficiencia de los procesos de información a lo largo de este periodo, que puede ser desarrollado por un *BIM Manager* que pueda orientar los objetivos a rendimientos previstos en el modelamiento, nivel de confiabilidad, niveles de detalle consistentes, que implicará mayores o menores esfuerzos en el modelamiento asociado con tener modelos de diferentes niveles de detalle o de desarrollo. (Leite y otros, 2011)

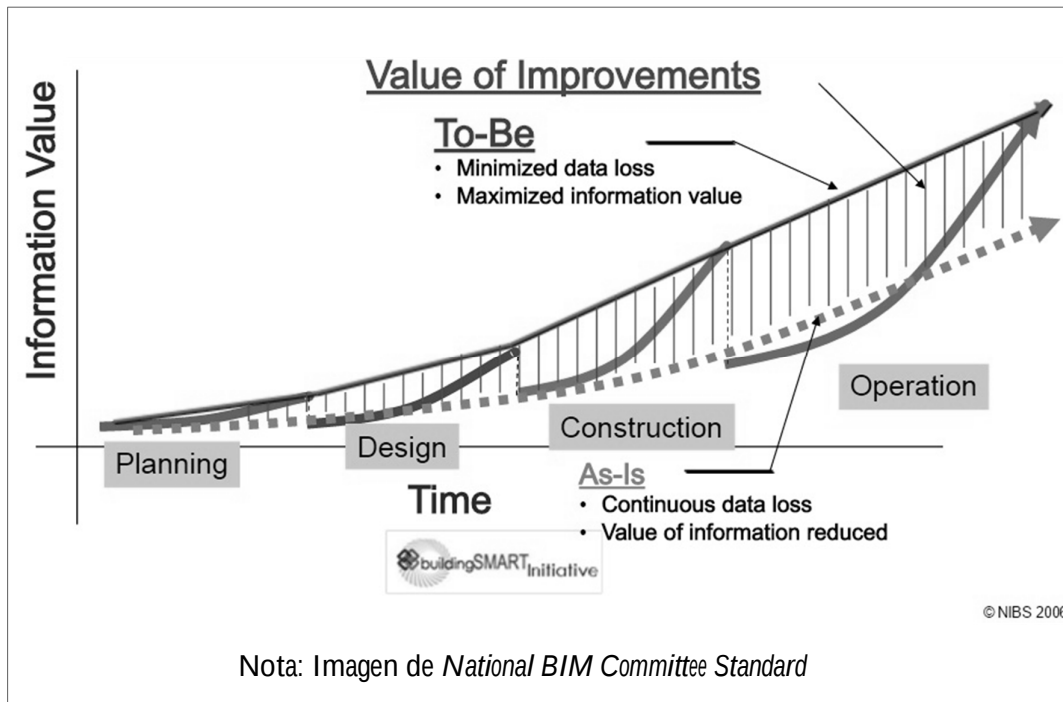
La metodología BIM consiste en generar valor en el proyecto, en base a tener mejores propuestas tanto de diseño como de construcción, gracias a una visualización con mayor facilidad que permite generar una mayor participación por los involucrados en las diferentes etapas del ciclo de vida, dando ventajas como un mayor tiempo para la planificación en vez que el control o resolución de conflictos, debido a que el modelamiento permite realizar una pre-construcción virtual y corregir posibles errores o detectar información faltante antes del inicio de la construcción, una utilización óptima de la energía, de forma sostenible y con un menor costo del ciclo de vida siendo lo más ecológico posible, permite que la curva de la información creada no tenga o minimice las caídas que representan la pérdida de información en el proyecto por traslapes ineficientes debido a que la información se queda en el modelo como se ve en la Figura 4. (Smith, 2017)

Un ambiente de colaboración BIM

Para que exista un mejor flujo de la información en el proyecto se debe un ambiente y un espacio de colaboración que permita crear valor a partir de una información más clara, una comunicación más horizontal entre los diferentes interesados directos del proyecto y que esta comunicación sea eficientemente transmitida a todos, desde la gerencia hasta el personal obrero que están en el campo de trabajo durante la construcción. La información debe ser compartida, analizada y actualizada por los responsables asignados; con objetivos establecidos en conjunto y no de forma individual, lo cual busca promover la participación y predisposición a la generación de nuevas alternativas para resolver las tareas que se necesiten para el proyecto.

Figura 4

Pérdida continua de información entre cada etapa del proyecto de construcción debido a cambios en el equipo del proyecto.



Se inicia un camino de retos y desafíos cuando se comienza el cambio de la comunicación tradicional donde cada participante evalúa y toma sus decisiones individualmente en sus propias oficinas, versus un plan colaborativo que requerirá un mayor esfuerzo para cada uno pero no será insuperable si el equipo se encuentra bien liderado y la respuesta por los participantes es positiva, con una actitud correcta, respeto y con reconocimiento de las capacidades de cada uno así como sus aportes. Una buena relación entre el equipo del proyecto, proyectistas, constructores y el cliente es fundamental para lograr el éxito con BIM, para lo cual se consideran algunos puntos clave como:

a. El Big Room

Se llama así la sala de trabajo principal donde se reúnen los diferentes equipos interdisciplinarios involucrados para formar parte de las sesiones de trabajo, una integración temprana permite que el equipo pueda desarrollar mejores rendimientos y así lograr objetivos de costo, tiempo, calidad y otros del proyecto. La ubicación conjunta de los participantes facilita tener la información más reciente, reduciendo el tiempo que se puede perder buscando la información por cada uno de los involucrados o debido a trabajar con información desactualizada. (Ver Figura 5)

La coordinación entre 10 empresas individuales o más en un mismo proyecto es complicada, y los tiempos de respuesta pueden tomar días o semanas sin una adecuada gestión, por esto reunir a los interesados directos en un mismo lugar permitirá realizar propuestas y obtener respuestas inmediatas; sin embargo este “Big Room” debe tener condiciones de colaboración mínimas, como pantallas de visualización que permitan ver el modelo 3D y otra información del proyecto en simultáneo, una distribución de mesas y sillas que permitan que todos pueda ver el mismo modelo, teniendo un espacio disponible frente a las pantallas de visualización para que los involucrados puedan estar parados sugiriendo ideas de modo activo promoviendo la discusión y aporte del resto de participantes. (Ver Figura 6)

Para lograr la eficiencia de estas reuniones, es importante entender quiénes son los que están interactuando, de qué y cuándo. De esta forma nos podemos enfocar en la calidad de las interacciones para obtener mejores resultados y en el menor tiempo. El participante principal al inicio puede ser el arquitecto y posteriormente el contratista general. (Khanzode, 2014)

Figura 5

Entorno tradicional en la gestión de proyectos



Nota: Imágenes de una oficina en Bangalore, India. www.footage.framepool.com

b. Visualización en oficinas y en campo

La comunicación visual se considera una de las formas más antiguas de comunicarse, las primeras versiones de la escritura era imágenes. La gente confía en la visión para ser la más confiable de sus sentidos y así considerar las cosas que ven a ser verdad. (Hietala, 1993)

Figura 6
Entorno de trabajo colaborativo



Nota: Imagen de www.redshift.autodesk.com *Lessons in Colocation and BIM From the Forefront of Lean Construction*

La comunicación visual es de alto impacto, pues llega a aclarar y extender la comunicación oral, por medio de gráficos, fotos, presentaciones y es tan importante como el lenguaje corporal. (Yazdani, M. & Barker, P., 2000)

La dificultad radica en la relación entre ver y entender; debido a que cada uno interpretará lo que está observando en función del contexto con el que se presente, del nivel de conocimiento de cada uno y la experiencia. Esto puede complicar la recepción correcta del mensaje, por esto es que la mejor manera de transmitir el diseño es como lo concebimos y vemos en la realidad, en 3 dimensiones.

El poder ver mayor información del proyecto en las oficinas del staff incrementa el nivel de conocimiento de todos los involucrados, como se muestra en la Figura 7, se pueden compartir diferentes vistas, cortes, alternativas y no sólo del modelo 3D del proyecto, sino también otros indicadores de gestión como % de avance y ahorros generados como se muestra en la Figura 8 que puedan motivar a continuar la colaboración si los objetivos son logrados y reconocidos en conjunto, por medio de publicaciones en la oficina que permitan visualizar el seguimiento a este objetivo.

Pero no sólo la visualización por el staff es importante, sino también por los trabajadores en campo, los obreros y capataces, como se muestra en la Figura 9, para facilitar el entendimiento y evitar problemas de calidad en la ejecución, mejoras de productividad y promueve las sugerencias así como la participación.

Figura 7

Comunicación visual de la información del proyecto en oficinas de staff



Nota: Imagen obtenida de www.buildwelliver.com

Figura 8

Compartir indicadores de gestión entre los involucrados



Nota: Imagen obtenida de www.dpr.com (Khanzode, 2015)

Figura 9

Visualización del proyecto en campo para obreros, capataces y staff.



Nota: Imagen obtenida de *Augmented reality Reveals the Unseen in your Construction World* (www.arch2o.com)

Percepción de los beneficios de una gestión BIM por los clientes

Actualmente los niveles de uso del BIM son variados, por esto es que el nivel de satisfacción de los usuarios es muy variado, y muchas veces existen grandes diferencias entre lo que los usuarios esperaban antes de usar BIM y después de tener las primeras experiencias.

El estudio *The business value of BIM for Owners* de Mc Graw Hill Constructions, 2014, obtiene como resultado de las encuestas que el 65% de los Propietarios el 65% del sector privado y el 70% de los propietarios del sector público, requieren el uso de BIM en nuevos proyectos en Reino Unido. El estudio concluye que los propietarios de las edificaciones son los mayores ganadores en el proceso BIM, en comparación con el resto de involucrados.

En el caso de las empresas de diseño, como es el caso de las oficinas de Arquitectura, es estudio indica que a través de la simulación BIM, tienen una mejor comunicación con el cliente y esto es beneficioso para satisfacer sus necesidades.

En el caso de los contratistas el estudio destaca dos ventajas importantes, uno es la coordinación espacial que permite detectar interferencias y disminuir los errores antes de la construcción, y en segundo lugar el modelo de construcción digital logra aumentar la velocidad y calidad de la construcción. Esto se trasmite al propietario al recibir el edificio dentro del plazo establecido y con el costo previsto.

Durante el diseño BIM se puede visualizar el Edificio en cualquier momento, junto con la información relacionada a sus características, esto ayuda al propietario a comunicarse con el equipo de diseño y entender el proyecto con mayor facilidad, así como tener una estrategia de menor consumo energético desde fases tempranas, pudiendo influir activamente en el diseño al reducir la barrera técnica que anteriormente generaban los planos en 2D.

Un gran error del sector de la industria de la construcción es el hecho que los propietarios no tienen un buen entendimiento de BIM, y es por este motivo que la adopción de BIM en la industria de la construcción se está moviendo muy lentamente, y sólo esperar el equilibrio natural de la oferta y demanda. (Nicoleta, 2016)

Capítulo I: Antecedentes

1.1 Experiencia BIM en el mundo

Durante el último siglo la industria de la construcción ha ido evolucionando a lo largo de los años, haciéndose cada vez más compleja, con nuevos requerimientos para beneficio y confort de sus usuarios. Es así como se ha pasado de tener unas pocas especialidades básicas, a proyectos donde confluyen 10 o más especialistas de diseño, cada uno en su propio campo; quienes deben coordinar a lo largo varios meses el diseño y construcción del proyecto de acuerdo a los requerimientos del cliente; con la esperanza de lograr una óptima operación final de la edificación.

De la misma forma en que evolucionó la industria, también lo hicieron las herramientas usadas en la creación y diseño de estos proyectos. Con el transcurrir de los años se fue pasando del tablero de dibujo, hacia los diseños en CAD (Computer Aided Design) en los años 60's; y evolucionando hacia programas de cómputo capaces de plasmar diseños en 3D. Las mejoras han permitido asignar propiedades de componentes del proyecto teniendo gran parte de la información del proyecto en el modelo virtual. Este último concepto se denomina *modelamiento de la información de la edificación* o BIM por sus siglas en inglés: Building Information Modeling, el cual se hizo conocido recién a inicio de los años 90's en Estados Unidos, y su desarrollo está liderado por países como Reino Unido, Finlandia, Alemania, Japón, Estados Unidos y otros.

El avance tecnológico ha permitido el desarrollo del software de nuevos programas que han surgido a finales de los años noventa (Tekla, Revit, ArchiCad, etc) que permiten plasmar la geometría, la ubicación referencial entre varios elementos en un mismo espacio, ubicación geográfica del proyecto, cantidades, costos y propiedades de los materiales que componen el edificio. Incluso agregando variables como tiempo, costo u otras, puede ser utilizado para planificar el proceso completo de edificación, secuencias de construcción, uso para el mantenimiento e incluso de remodelaciones.

A partir del año 2000 los países desarrollados del norte de Europa, Estados Unidos, Australia y Japón han ido usando BIM en la ejecución de los proyectos, identificando sus ventajas, desventajas y potencial para el desarrollo del mercado de la construcción en cada uno de los países. La inversión privada es la que comenzó a apreciar cómo se afectaba la forma de ejecución del proyecto y los riesgos asociados a cada una de las partes involucradas, debido a que se necesita una mayor colaboración para tener éxito.

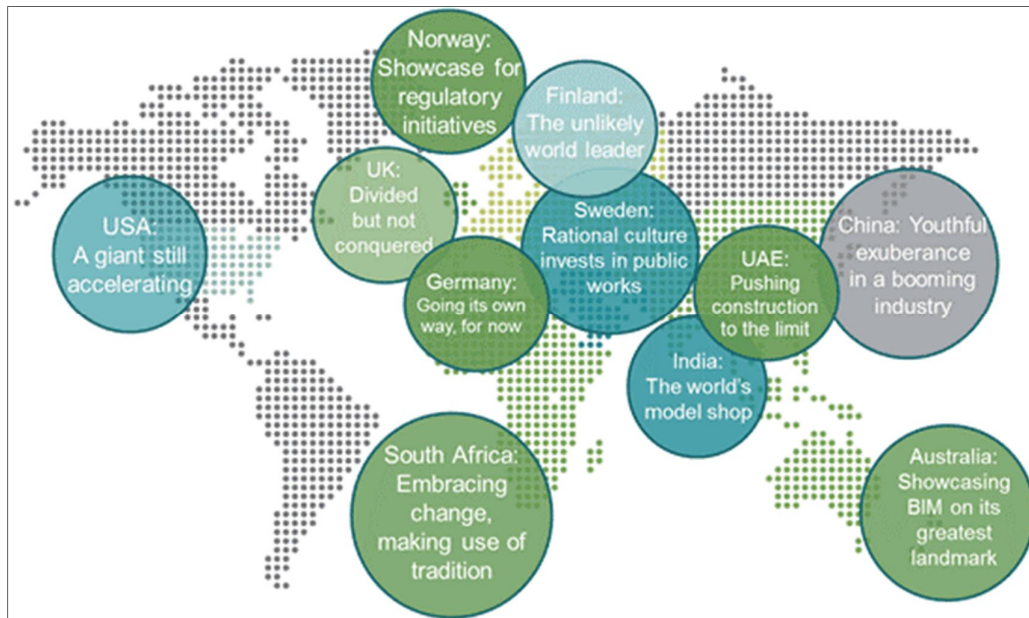
Los países líderes de este cambio se fueron organizando para que sea ordenado y se han emitido normas nacionales para mejorar su uso y facilitar su adopción buscando mejoras en la productividad y ganancia de rendimientos, la dirección que tomó cada país respecto a la implementación del BIM se muestran en la Figura 10.

Los gobiernos de estos países líderes han emitido requisitos y reglamentación que su obligatoriedad está en proceso de entrar en vigencia, al contrario de los países que han sido

lentos para sumarse a éste cambio están en riesgo de quedarse rezagados y con menores eficiencias en sus industrias.

Figura 10

Visualización del proyecto en campo para obreros, capataces y staff



Nota: Fuente WSP Gruop 2013

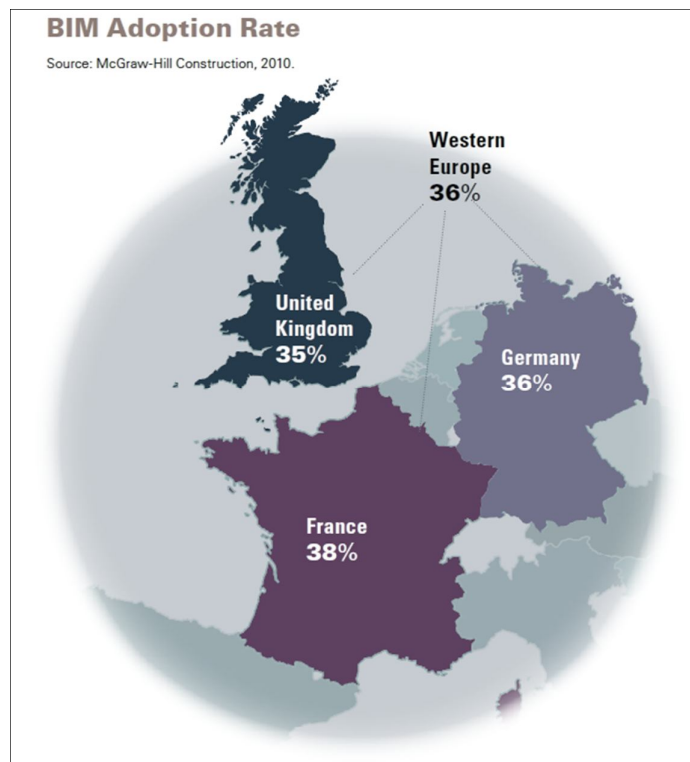
a. BIM en Europa

En el caso de Europa, se fundó el EU Task Group con el objetivo de ser una red europea común para alinear el uso del BIM en los proyectos públicos y ha sido reconocida la labor como de gran importancia por la Comisión Europea.

Los países escandinavos han sido los más avanzados en adopción del BIM. En Finlandia en el año 2012 la Confederación de la Construcción Finlandesa decidió que el BIM sería un elemento clave en todos los cambios a realizar en el sector. En el caso de Dinamarca en el año 2011 promulgo el mandato de la adopción del BIM a todos los proyectos locales y regionales mayores a los 2.7 millones de euros. En el caso de Noruega establecieron su propio mandato nacional para reducir errores, mejorar la coordinación, incrementar la eficiencia energética de todos sus edificios y aumentar la competitividad.

La parte de Europa occidental que incluye a los países de Reino Unido, Alemania y Francia ha tenido un nivel de adopción de BIM de 36% en el año 2010, como se muestra en la Figura 11, que es una menor adopción en comparación con el 49% obtenido en Estados Unidos en el año 2009, a pesar de la crisis económica que golpeó duramente a los Estados Unidos durante esos años.

Figura 11
Adopción de BIM en Europa en el año 2010



Nota: Fuente McGraw-Hill Construction, 2010

Reino Unido es el país con mayor grado de madurez calificado en nivel 2 de 3, en el uso del BIM ya siendo desde este año obligatorio desde principios del 2016, y la propuesta de ese gobierno es alinear esta iniciativa junto con una reducción de los costos, tiempos de entrega y otros beneficios.

Escocia está en proceso de implementación de madurez en nivel 2 que será obligatorio en el 2017 para proyectos mayores a 4 Millones de Libras, se han publicado estándares que ayudarán a entender cómo adoptar éstos estándares y como asesoría de las capacidades BIM.

Francia ha previsto la adopción del BIM oficialmente para el año 2017 y se han trazado una hoja de ruta para poder lograrlo.

En Alemania el nivel de calificación de las empresas y profesionales se ha elevado considerablemente, y para esto se ha creado una compañía independiente “Planen Bauen 4.0” que guiará la implantación del BIM buscando alinear los intereses con el mandato de gobierno del año 2020.

Italia ya ha utilizado esta tecnología para proyectos emblemáticos como la Ópera de Milán y la expansión del aeropuerto de Roma, actualmente está implementando BIM para obras pública por encima de los 5 millones de euros, que entrará en vigencia a fines de este año 2016.

España se ha trazado la obligatoriedad del uso del BIM en marzo del año 2018, en este caso se creó el comité de implantación de la metodología BIM con el objetivo de establecer los parámetros en el sector de la construcción. (BIMCommunity, 2016)

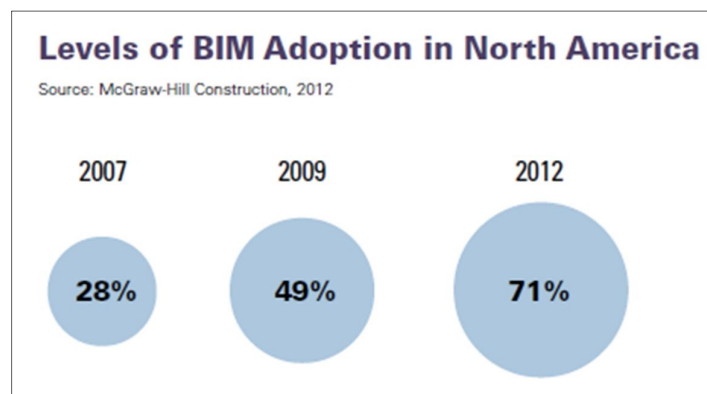
b. BIM en Norteamérica

En Estados Unidos el mayor uso se está dando por los grandes propietarios públicos, (entre ellos la Administración General de Servicios y el Cuerpo de Ingenieros del ejército), que requiere de esta metodología en la mayoría de los grandes proyectos del país.

El crecimiento de la adopción del uso del BIM por la industria de la construcción creció exponencialmente desde 28% en el año 2007 a 71% en el año 2012, como se muestra en la Figura 11. Aumentó la cantidad de usuarios avanzados y expertos, a pesar de la severa recesión económica las empresas reportaron un crecimiento con BIM, en contraposición del instinto del recorte de gastos durante éste ciclo económico, un cuarto de la industria invirtió en una mayor eficiencia y productividad con el uso de mayor tecnología y procesos de la metodología BIM.

Figura 12

Adopción de BIM en Norte América entre el 2007 y 2012

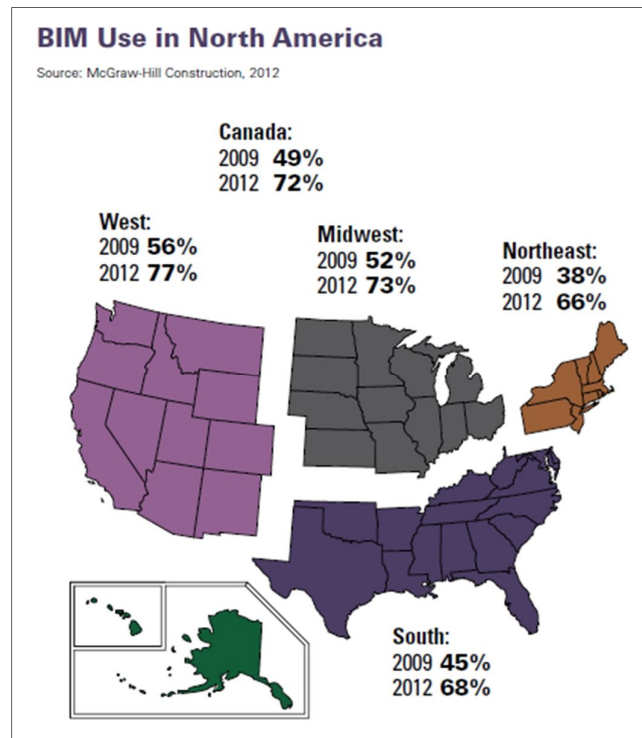


Nota: Fuente McGraw-Hill Construction, 2012

Si existe una variación de las regiones en adopción del BIM, observándose una mayor adopción por los estados occidentales que están en 77%, en comparación con los estados norestes que tienen un nivel de adopción del 66%, mientras que en los estados del sur tienen un 45%. El mayor desarrollo se dio por el occidente de los Estados Unidos como se muestra en la Figura 13. Esto se encuentra influenciado por la rapidez de la dinámica de

recuperación económica de cada región y también por la gran cantidad de edificaciones de salud que está desarrollando el gobierno, que debido a la gran complejidad requiere de mayores beneficios de colaboración, coordinación espacial, visualización y otros que les permitan establecer mejores relaciones con los involucrados en el proyecto.

Figura 13
Uso del BIM en Estados Unidos por regiones



Nota: Fuente McGraw-Hill Construction, 2012

c. BIM en Sudamérica

En el caso de los países de nuestra región, los países más avanzados son Brasil, Chile, Argentina y Perú. En el caso de Brasil, el Departamento Nacional de Transportes de Infraestructuras está adoptando el BIM con el objetivo de disminuir en 30% el costo de operación de la nueva Edificación. Se ha trazado una ruta estratégica con el objetivo de reajustar el acercamiento del gobierno brasileño a grandes proyectos, para poder obtener la mayor cantidad de ventajas como una mejor confiabilidad, seguridad, así como el ahorro de tiempo y dinero. En el caso de nuestro país vecino, el gobierno chileno ha lanzado un plan BIM que dura 10 años y que pretende alcanzar los requisitos del BIM para proyectos públicos con un horizonte hasta el 2020 y para el sector privados, en el 2025. En Chile se creó el BIM Forum Chile que es la principal referencia técnica y punto de encuentro en

Chile alrededor del BIM, generando proyectos, actividades y estándares que añaden valor al negocio y a los profesionales en el sector de la construcción.

1.2 Experiencia BIM en el Perú

Desde hace 10 años algunas de las empresas líderes en construcción, como Cosapi, Aesa y Graña y Montero, han realizado esfuerzos individuales por incluir esta metodología en proyectos piloto para percibir el potencial de los beneficios que se podrían obtener de migrar hacia esta nueva metodología. De igual forma se han hecho esfuerzos por mostrar estos beneficios a algunos clientes privados importantes, con quienes se implementó la metodología BIM bajo el criterio de reducción de costos al minimizar errores de diseño, logrando que algunos incluso soliciten que sus siguientes proyectos también se realicen con esta metodología debido a los resultados obtenidos.

Por parte del estado, a partir del año 2014 ha incluido dentro de los requisitos para licitar proyectos hospitalarios, el diseño en BIM como una forma de asegurar la funcionalidad, la optimización de áreas, y menores de costos entre otros.

Como parte de estas nuevas iniciativas, se formó en el 2010 el “Comité BIM del Perú” respaldado por la entidad nacional CAPECO, el cual busca consolidar las mejores prácticas de las iniciativas individuales de las empresas de construcción que lo conforman y difundirlas al público en general.

En el sector privado también ha surgido un interés en contar con profesionales con conocimiento de modeladores y coordinadores BIM, por lo que las universidades están comenzando a incluirlo en su malla curricular; así como también han iniciado la aparición de pequeñas empresas de modelamiento y consultoría BIM que brindan sus servicios a oficinas de diseño, constructoras e incluso a clientes directos quienes son responsables de la inversión.

Capítulo II: Concepto de una gestión BIM

La gestión BIM (Building Information Modeling) es una metodología de gestión en proyectos de construcción, que usa un modelo virtual digital del proyecto como base para permitir el entendimiento del proyecto antes de la construcción, gestionar la información, mejorar la comunicación y lograr la colaboración entre el cliente, proyectistas, constructores y usuarios para poder alcanzar los objetivos del proyecto y del cliente.

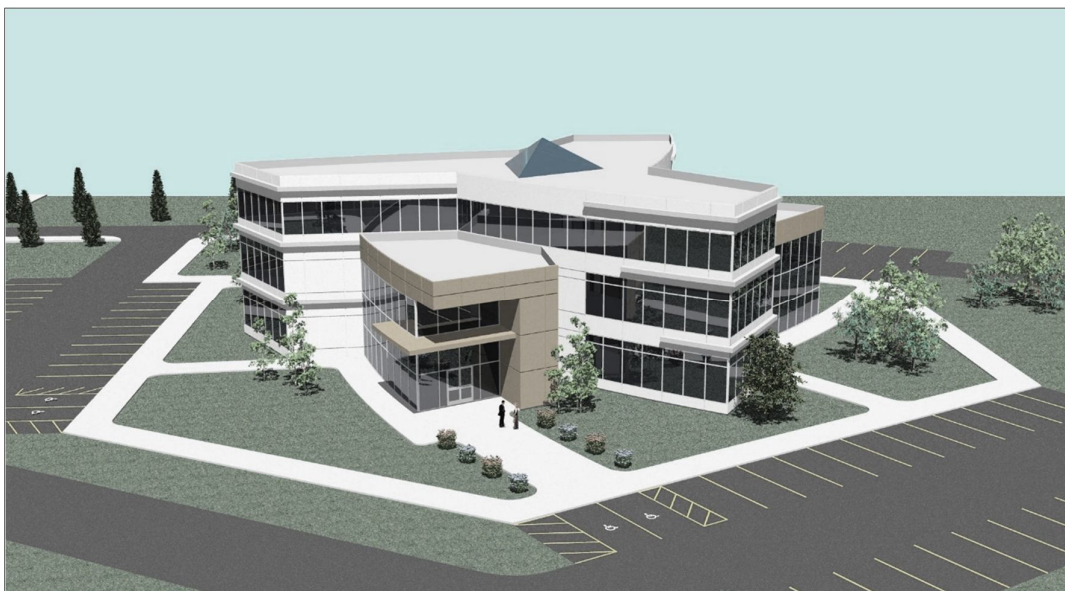
La metodología BIM, que ha sido denominada “Virtual Design Construction – VDC” por la Universidad de Stanford en USA, consiste en centrarse en los objetivos del cliente, (relacionados a la funcionalidad, operación y otros) objetivos del proyecto, (Costo, plazo, calidad y otros), para poder establecer indicadores de gestión que permitan una gestión adecuada durante el proyecto que permita cuantificar el acercamiento al logro de los objetivos. Para que pueda cumplirse los objetivos en un entorno tan complejo como son los proyectos de construcción es necesario tener en cuenta 3 factores claves:

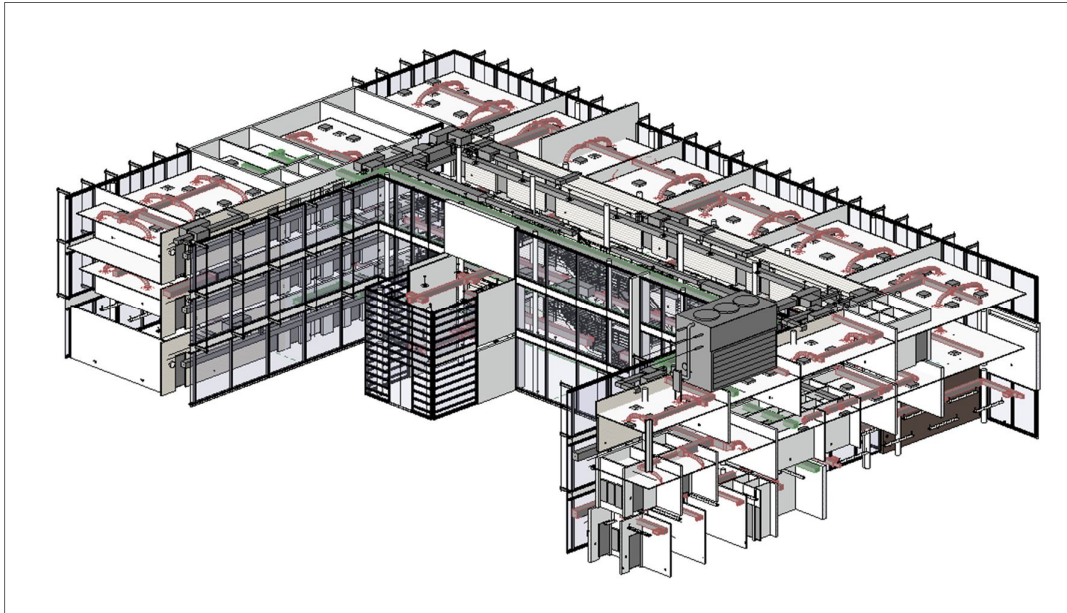
2.1 Modelo BIM:

Es el modelo virtual del proyecto que ayudará al entendimiento, comunicación y viabilidad del proyecto antes que se realice la construcción en donde se evaluará alternativas y se tomará las decisiones.

Figura 14

Modelo BIM de un edificio de oficinas





Nota: Imagen de <http://dimensiondrawings.co.uk/architect-engineer-construction/>

2.2 Sesiones ICE (Integrated Concurrent Engineering):

Son sesiones de trabajo colaborativo con un entorno diferente a las reuniones tradicionales, que permitan una mayor colaboración multidisciplinaria entre el cliente, proyectistas, contratistas y otros donde se plantean diferentes objetivos a resolver del proyecto.

2.3 Process Production Management: (Gestión de los procesos de producción)

Es necesario identificar, evaluar y planificar los procesos y recursos que son necesarios para que pueda realizar el proyecto, y aparte de los procesos del producto que puede ser el casco, acabados, etc. También se debe realizar otro análisis para el flujo de la gestión del proyecto, evaluando los procesos de aprobaciones, gestión del cambio, etc.

Los proyectos pueden tener una parte o estos 3 componentes, pero para maximizar los resultados de la metodología entre más elevado sea el uso de cada uno de estos componentes, las probabilidades de tener un mayor éxito son mayores.

Capítulo III: Beneficios de una gestión BIM

Dentro de los atributos que agregan valor al cliente dentro de las etapas de un proyecto de construcción, hemos clasificado en 7 áreas los atributos que valora el cliente de acuerdo a las valoraciones realizadas en países como EEUU y Reino Unido, (McGraw Hill Construction, 2014) que hemos ordenado por categorías de beneficios y será tomado como base para identificar qué beneficios valora el cliente de las empresas en el Perú y si existen otros atributos que son valorados y no están identificados en esta lista

3.1 Mejores decisiones de inversión

Permite dar soporte a las decisiones de inversión, comparando funcionalidad, alcance y costes de las diferentes soluciones. La estimación inicial de costes basada en áreas y volúmenes, en etapa de licitación permite obtener presupuestos de punto de comparación y se pueden generar alternativas para exploración de escenarios durante el diseño.

3.2 Calidad del diseño

La visualización permite mejor entendimiento entre los especialistas para poder realizar las mejores propuestas de diseño y mejorar la colaboración. Se tiene una mejora de la consistencia y calidad de la información del diseño, así como del proceso de intercambio de información haciendo un diseño más efectivo y eficiente, que permite mejorar la funcionalidad del diseño final de la edificación, antes de la construcción. Como resultado se generaran documentos para construcción confiables, realizar una auditoría del diseño apoyándose en el software que permita realizar un análisis estructural, análisis de iluminación, HVAC, y otros. Un beneficio adicional es que permite la contratación de un constructor en base a un diseño confiable y construible.

3.3 Mejora la participación de los involucrados

Incrementa la posibilidad de una participación activa por el cliente, debido a que la visualización permite mejor entendimiento de la propuesta del diseño para mejores decisiones de Inversión y mejora la coordinación y colaboración entre cliente, usuarios, gerencia, proyectistas, contratistas y proveedores.

3.4 Reducción de costos

Permite la reducción de errores de diseño o de construcción que se convierten en costos adicionales. Mediante simulaciones energéticas se puede obtener lo óptimo y realizar el cálculo de costes durante la operación. Por las mejoras de calidad en el diseño evita sobrecostos por nuevas actividades de construcción sin precio establecido en los contratos. La validación de metrados del presupuesto evita sobre-dimensionamientos de cotizaciones,

se mejora el proceso de control de costos con información actualizada y confiable, obteniendo finalmente una reducción de los costos finales del proyecto.

3.5 Reducción de tiempo

Permite reducir el tiempo de diseño y construcción por la mejora del flujo de información, mejora la velocidad para gestión de los cambios por entorno dinámico de los proyectos, así como mejores indicadores del cumplimiento de los hitos del proyecto y resultados positivos de cumplimiento en cronogramas acelerados

3.6 Mejoras durante la construcción

Mejora la capacidad de planificación de la construcción, permite analizar con detalle los procesos de construcción permitiendo optimizarlos y ser eficientes, lo que mejora el entendimiento del cliente del plan de construcción así como el entendimiento del constructor respecto del diseño final. Reduce el número de consultas de obra (RFIs), retrabajos en obra y de la variabilidad por menores cambios no planificados, lo que conlleva a mejoras de la productividad de la Mano de obra, una mejor definición de elementos para gestionar compras o prefabricados y reducir costos por permitir la prefabricación fuera de obra que tiene un menor costo, adicional a la reducción de merma y desperdicio de materiales.

3.7 Mejoras durante la operación

Mejor funcionalidad y reducción costos de operación, permite realizar cronograma y detalle de mantenimiento con información centralizada y de fácil acceso, así como el uso de los datos del proyecto del edificio durante las operaciones de construcción y explotación y mantenimiento. Tener la información centralizada permite la gestión y la transferencia de datos del proyecto durante la operación

Capítulo IV: Objetivos de la Investigación

Los objetivos que se desean obtener de los clientes es:

4.1 Identificar que atributos son los que perciben que aportan mayor valor

Existe una diferencia entre los beneficios teóricos o los obtenidos en otros países versus los beneficios que se pueden percibir y valorar por los diferentes tipos de clientes, lo que se busca es medir el nivel de satisfacción al utilizar la metodología, y que el cliente pueda comparar lo que esperaba recibir inicialmente y que fue lo que sintió que recibió luego de la experiencia en el proyecto.

4.2 Estimar cuanto está dispuesto el cliente a pagar por estos beneficios

En el caso de los clientes que si hayan percibido beneficios luego de su experiencia propia, cuantificará que tanto valor agrega esta metodología al proyecto, a su cartera de proyectos o a la empresa, en función de lo que haya logrado conseguir y el potencial para futuros proyectos.

4.3 Conocer que cambios sugiere el cliente para poder utilizar el BIM

En cada empresa el proceso de desarrollo de la metodología ha sido diferente debido a que no existe una estandarización para llevar a cabo este proceso, y la experiencia de los profesionales es diversa, así mismo de los propios directivos, esto genera una serie de barreras que dificultad su adopción en la empresa, que en caso el costo sea mayor que los beneficios percibidos puede una empresa abandonar en continuar esta implementación.

Capítulo V: Metodología para obtener la información

Debido a que la metodología BIM está en proceso de desarrollo en nuestro país y no está consolidado, la mejor metodología para obtener la información es a través de entrevistas a profundidad, mediante un dialogo estructurado y diseñado de tal forma que sean preguntas abiertas y no específicas, lo más enriquecedor será poder obtener la opinión de los entrevistados, considerando que las experiencias de los clientes serán distintas en función del nivel de uso que le hayan dado por lo que las perspectivas serán distintas y puede ser muy variado considerando que es una nueva metodología.

4.1 Perfil de las empresas

Los criterios para elegir las empresas a las cuales se van a realizar las entrevistas son:

Experiencia usando la metodología BIM

Debido a que el objetivo del estudio es identificar las principales diferencias entre lo esperado al inicio por el cliente, en comparación con lo realmente percibido luego de la experiencia en ese proyecto, un requisito será que hayan tenido la experiencia en algún proyecto.

Tipos de empresas

Las empresas a entrevistar tienen que tener la capacidad de contratación de proveedores de servicio dentro de la cadena de contratación de un proyecto de construcción, debido a que son los que tienen el poder de decidir si se utilizará o no la metodología BIM en su proyecto, por esto que nos enfocaremos en el *cliente final dueño del inmueble, gerencia de proyectos y constructora*. No consideraremos diseñadores ni proveedores de materiales, porque ellos responderán en función de los requerimientos de los actores mencionados anteriormente.

Tipo de Proyectos

Los tipos de proyectos que desarrollan las empresas elegidas son de edificaciones que pueden ser realizadas en Lima o provincias, es decir, pueden ser edificios de vivienda, oficinas, hospitales, centros comerciales, universidades, centros de distribución o similares. Las empresas que no se considerarán son los que realizan obras civiles como Represas, habilitaciones mineras, carreteras, puentes y otros.

Tamaño de las empresas

El tamaño de las empresas en las que nos enfocaremos serán las consideradas como grandes empresas, de acuerdo a la clasificación promulgada en el año 2013 por la ley 30056 donde se consideran como grandes empresas a las que tienen una facturación de ventas mayor a 2,300 UIT, que para el año 2015 tuvo un valor de S/. 3,850 soles, por lo

que el monto de ventas es mayor a S/. 8'855,000 soles o su equivalente en dólares considerando el tipo de cambio promedio del 2015 de 3.185 es de \$ 2'780,219.

Región geográfica

Las empresas deberán tener su sede en la ciudad de Lima, que considera Lima Metropolitana y el Callao, donde se concentran las más avanzadas tecnológicamente y son las que están liderando el esfuerzo por probar esta metodología.

4.2 Perfil del profesional entrevistado

La entrevista está dirigida a Gerentes o Jefes de áreas, que puedan tomar o influir directamente en el uso de esta metodología y que tengan conocimiento directo o indirecto del proyecto donde se usó, para que pueda darnos su punto de vista.

4.3 Cantidad de entrevistas

Inicialmente se realizarán y evaluarán las entrevistas para determinar la semejanza o no de las respuestas. En el caso de ser similares se utilizará la información recopilada y se finalizarán las entrevistas, caso contrario se realizarán más entrevistas hasta tener cinco cuyas respuestas se repitan y no deberán ser más de diez entrevistas. Usaremos la técnica de muestreo “snowball” solicitando a cada participante que nos pueda referir con algún contacto para poder ampliar el grupo de potenciales entrevistados.

Se realizará un primer diseño de entrevista, que luego de la primera entrevista se realizará las correcciones y modificaciones, antes de continuar con las siguientes entrevistas.

4.4 Tipo de preguntas de la encuesta

Serán preguntas abiertas para tener mayor libertad y amplitud en la respuesta del entrevistado, y luego una valoración de dos niveles: Impacto alto o bajo, de cada uno de los atributos.

4.5 Registro de las entrevistas y carta de confidencialidad

Se utilizará una grabadora para poder tener el registro de la entrevista y un bloc de apuntes para registrar los puntos más relevantes que puedan ser usados en el mismo dialogo. Al momento de conciliar la entrevista se deberá solicitar el permiso para realizar la grabación.

Se entregará una carta de confidencialidad firmada por el encuestador hacia el entrevistado, indicando que ésta información sólo se utilizará con fines académicos.

4.6 Proceso de entrevista

Al inicio del dialogo se indicará al entrevistado la finalidad de la entrevista, la confidencialidad de la información y la duración estimada que pensamos variará entre 30 minutos y 1 hora.

Se realizará una pregunta de cada uno de los 07 beneficios identificados para que el entrevistado pueda detallar libremente cada beneficio. Luego de comentar los beneficios por el entrevistado, se consultará si existe otro beneficio que considere que no se haya tomado en cuenta, y para poder cuantificar el valor que el cliente le otorga a cada uno de estos beneficios, se solicitará que pueda valorar cada uno en dos niveles: Impacto alto o bajo.

4.7 Cuestionario

Las preguntas han sido elaboradas para poder determinar cuál es el valor real percibido por el entrevistado luego de haber tenido una experiencia con esta nueva metodología y valorar por separado cada uno de los atributos identificados, así como permitir aumentar algún atributo que pueda considerar y que no está en el listado.

Asimismo se busca estimar lo que está dispuesto a invertir para obtener los beneficios esperados o lo que buscaría cambiar en el caso que aún no quiera comenzar a utilizarlo.

4.8 Modelo de Entrevista

Entrevistado: _____

Cargo: _____

Empresa: _____

1. Respecto del uso de la gestión BIM en los proyectos de construcción que involucra el uso de un modelo virtual para la gestión del proyecto: ¿Qué otra alternativa a usar BIM se puede usar en los proyectos o es una herramienta única?
2. ¿Qué empresas conoce que han usado BIM en el Perú?
3. En qué medida percibe que el uso de BIM, aporta en conseguir los siguientes beneficios:
 - Decisiones de Inversión.
 - Calidad del diseño.
 - Participación de involucrados.
 - Costos.
 - Tiempo.
 - Durante la construcción.
 - En la operación.
4. ¿Existe algún beneficio que haya identificado diferente a los mencionados?
5. Puede indicar si cada uno de estos atributos tiene un impacto alto o bajo.

6. ¿Cree en el uso de esta metodología le agregará valor a sus proyectos? ¿Cuánto estaría dispuesto a invertir por obtener estos beneficios?
7. ¿Qué hay que cambiar o mejorar para utilizarlo en mayor medida?
8. En su organización, ¿Quién toma la decisión para utilizarlo?

Capítulo VI: Entrevistas a las Empresas

Se realizaron 05 entrevistas a las empresas que fueron seleccionadas de acuerdo a los criterios definidos en la metodología, y se irán mostrando el perfil de la empresa y del profesional entrevistado, así como las respuestas obtenidas en la entrevista.

Entrevista N° 01: Cliente Final

Dentro de las posibilidades de entrevistas definimos tres tipos de cliente y en este caso se trata del cliente final, dueño y usuario del proyecto realizado con la metodología BIM.

Tabla 1: Ficha del perfil de la empresa de la entrevista N° 01

Perfil	Características
Tipo de empresa:	Universidad top 10 de Perú
Tipo de Proyectos:	Edificio de Aulas y Oficinas.
Tamaño de empresa:	Gran empresa
Monto ventas anual estimado (2013):	\$ 59 Millones
Región geográfica:	Lima
Perfil del profesional entrevistado:	Jefe de Infraestructura

1. Respecto del uso de la gestión BIM en los proyectos de construcción que involucra el uso de un modelo virtual para la gestión del proyecto: ¿Qué otra alternativa a usar BIM se puede usar en los proyectos o es una herramienta única?

Lo que se ha venido haciendo todo anteriormente es en AutoCAD, existían los modelos 3D pero no son BIM. La filosofía de BIM es construirlo 2 veces, un modelo 3D es un adelanto, es la parte visual pero nada más, por lo que no creo que haya otra metodología que brinde un beneficio similar. Con el CAD hemos venido construyendo un buen tiempo e incluso antes de eso eran planos a mano, existían arquitectos que les costaba pasar al CAD y sin embargo ahora un Arquitecto que trabaje en planos a mano es impensable, no conozco algo que te pueda brindar un beneficio similar pero creo que no todo el mundo está preparado o con la capacidad para poder asumir esto.

2. ¿Qué empresas conoce que han usado BIM en el Perú?

Graña y Montero, Cosapi, Proyecta, Esan, Arcadia, Universidad del Pacífico.

3. En qué medida percibe que el uso de BIM, aporta en conseguir los siguientes beneficios:

Decisiones de Inversión:

No lo hemos usado para decisiones de inversión debido a que ya estaba decidido, pero sí para evaluar la estética y funcionalidad de ambientes interiores, respecto del mobiliario a utilizar, elementos no contemplados inicialmente y que pueden ir agregándose o modificándose.

Calidad del diseño:

La parte de arquitectura es más fácil de revisar usando el modelo, en la parte de instalaciones mecánicas es más complicado. Se pueden entender mejor los espacios, no se ha podido usar para revisar la funcionalidad del proyecto porque siempre se tiene que recurrir a la memoria descriptiva y planos de la especialidad, no se puede la funcionalidad de un BMS o un sistema de extracción de aire, el BIM puede servir para validar pero no se puede entender el diseño sólo con el uso del BIM.

Participación de involucrados:

Si existió una mayor participación, no lo hemos usado con todo el potencial que sería incluir a todos los stakeholders, como por ejemplo los vecinos, pero si para lograr involucrar más a las autoridades y jefes de departamento, para que puedan tomar decisiones, pero esto puede tener consideraciones en contra porque conllevó a una mayor cantidad de cambios, con beneficios porque se personalizó, pero como desventaja complicó el proyecto. Existe un cambio de mentalidad en general que se debe realizar, debido a que la mayoría de personas cuando ve un edificio en construcción le parece lejano las decisiones que se tomen respecto del edificio. Para esto es importante que el modelo virtual contenga mucho detalle incluyendo el mobiliario, porque si no, un ambiente vacío no puede generar mayor participación.

Costos:

En el proyecto actual se ha utilizado para asegurar que el contratista respete el precio asumiendo cualquier problema por interferencias, que se descubren en obra y no se descubren antes, es decir, el riesgo de las incompatibilidades se ha trasladado al contratista por lo que ahí se evitan sobre costos por el contrato, lo que nos ha ayudado a participar en la detección y solución de interferencias. Existe un potencial de ahorro por ingeniería de valor con un diseño más óptimo pero es un poco más complicado y que ahora no hemos usado.

Tiempo:

Permite adelantar cambios, que los usuarios o personas que toman decisiones sean conscientes del diseño y no afectar el cronograma reduciendo la cantidad de cambios que se generan durante la construcción.

Durante la construcción:

Permite un mejor conocimiento del proyecto debido a las constantes visualizaciones de los interiores, ha logrado que mejore la supervisión, porque son elementos que no voy a descubrirlos recién en la obra, cuando se utiliza 2D es difícil ponerse en el lugar, en cambio haciendo recorridos virtuales es más fácil saber que esperar en la obra, esa es una ventaja para mí.

Nosotros usamos una buena herramienta de comunicación, que puede ser una aplicación móvil que ya existe y estamos usando, que permite generar "Issues" de la obra tomando fotos, generar un tema de conversación respecto de la foto tomada y visualizar las conversaciones relacionadas a este "Issue", definir el estado si está en proceso o cerrado, y como plataforma de comunicación.

En la operación:

He estado investigando y el software que he encontrado no es amigable, son caros, debería ser más fácil para poder controlar la edificación, poder ver el equipo, proveedor, marca, etc. por alguien que no necesariamente sea ingeniero. En un edificio como el que estamos construyendo, es importante identificar por ejemplo el cable que se está utilizando, saber el tipo, proveedor y todo esto lo podría realizar también con la información de planos, pero si lo visualizo en un software es mucho más fácil y rápido, pero su verdadero potencial es que pueda ser utilizado por cualquier persona y no sólo por una persona capacitada en el software.

4. ¿Existe algún beneficio que haya identificado diferente a los mencionados?

Definición del Alcance: Ha permitido poder definir el tipo de mobiliario y equipamiento interior, e interiores que para una Universidad es importante. Si es posible tomar decisiones de alcance antes de tener un modelo BIM, pero es difícil trasladarte al espacio final sin el modelo virtual.

Mayor colaboración: Este beneficio es fundamental, pero que debe estar soportada por una buena herramienta, que facilite la comunicación y participación.

5. Puede indicar si cada uno de estos atributos tiene un impacto alto o bajo.

- Decisiones de Inversión: Bajo, no hemos definido.

- Calidad del diseño: Bajo en promedio, Medio para la parte de Arquitectura y Bajo para la parte de instalaciones.
- Participación de involucrados: Alto, porque es un cambio positivo en el proyecto.
- Costos: Bajo, actualmente no se ha llegado a un nivel que pueda cuantificarse en un ahorro, pero si nos evita que se generen mayores sobrecostos por la contratista por incompatibilidades.
- Tiempo: Bajo, no hemos tenido impacto.
- Durante la construcción: Alto, lo estamos usando y nos sirve para tener mayor rapidez y seguimiento.
- En la operación: Bajo, no lo hemos usado.

6. ¿Cree en el uso de esta metodología le agregará valor a sus proyectos? ¿Cuánto estaría dispuesto a invertir por obtener estos beneficios?

Si agrega valor, en este punto actual cuando se está comenzando, es una inversión más elevada debido a la curva de aprendizaje en la que se encuentra, pero luego debería de estabilizarse, y se volverá un estándar. Si no viera el potencial de poder recuperar más adelante esta inversión, no tendría sentido.

Es difícil dar un número, existe un mayor esfuerzo por los proyectistas y por más que algunos no consideren un costo adicional por entregarlo en BIM, si existe un mayor tiempo de entrega porque están en proceso de capacitación o solicitando las licencias, y este mayor tiempo si genera un costo adicional.

No invertiría más del 10% del costo del diseño y a la medida de lo posible que sea asumido por los proveedores.

7. ¿Qué hay que cambiar o mejorar para utilizarlo en mayor medida?

Mejores herramientas para aprovechar los atributos.

Gente más convencida y capacitada. En la misma organización de las empresas que trabajan en BIM, existen diferentes niveles de resistencia al BIM.

8. En su organización, ¿Quién toma la decisión para utilizarlo?

El Jefe de Infraestructura, y la decisión estará en base si es soportado por el presupuesto.

Entrevista N° 02: Constructora

Dentro de las posibilidades de entrevistas definimos tres tipos de cliente y en este caso se trata de la constructora del proyecto, realizado con la metodología BIM.

Tabla 2: Ficha del perfil de la empresa de la entrevista N° 02

Perfil	Características
Tipo de Empresa:	Constructora
Tipo de Proyectos:	Edificios de vivienda y oficinas Premium.
Tamaño de empresa:	Gran empresa
Monto ventas anual estimado (2013):	\$ 37 Millones
Región geográfica:	Lima
Perfil del profesional entrevistado:	Gerente General

1. Respecto del uso de la gestión BIM en los proyectos de construcción que involucra el uso de un modelo virtual para la gestión del proyecto: ¿Qué otra alternativa a usar BIM se puede usar en los proyectos o es una herramienta única?

Tenemos un área de soporte de la empresa que se encarga de modelar el proyecto en BIM y realizar la compatibilización en 2D, no sólo de interferencias físicas sino de sugerencias y mejoras por experiencia en proyectos similares, no hemos llegado a obtener metrados porque no ha sido el objetivo y actualmente es un servicio tercerizado.

Existen proyectos donde nosotros nos hacemos responsables de la compatibilización como constructora, lo que buscamos es evitar conflictos con el cliente, ejecutar rápidamente el proyecto sin tener interferencias y que permitan incluso terminar uno o dos meses antes el proyecto, se logran resolver una gran parte de las interferencias mediante el uso de BIM.

Creo que resolver las interferencias del modelo BIM y resolver las compatibilizaciones en 2D es un buen mix de solución.

2. ¿Qué empresas conoce que han usado BIM en el Perú?

Graña y Montero, AESA, Produktiva, Marcan, Proyecta, Maya Ingenieros, Esan, Universidad del Pacífico.

3. En qué medida percibe que el uso de BIM, aporta en conseguir los siguientes beneficios:

Decisiones de Inversión:

No se ha usado para evaluar si invertir o no en nuevos proyectos de construcción, se desarrolla si la compatibilización está a cargo de nosotros.

Calidad del diseño:

Muy bueno porque permitió reducir considerablemente las interferencias, eso es lo primordial que se obtiene.

Participación de involucrados:

Mayor participación de clientes y proyectistas, y en el caso que la compatibilización esté como responsabilidad de la constructora, se exige su participación.

Costos:

Genera que el presupuesto sea más confiable, existen casos en que la compatibilización está en nuestro contrato y los adicionales pueden generar conflicto con los clientes. Apenas se identifica la incompatibilidad se realiza la consulta al cliente para que la resuelva lo antes posible también. Si se logran evitar sobrecostos en el proyecto.

En el caso la compatibilización no esté a cargo de nosotros, también existe un riesgo porque a veces los clientes no aprueban todos los adicionales, pero lo más importante es que se perjudica la relación con el cliente porque se genera muchos adicionales, a veces es difícil que entiendan que el proyecto está mal y eso genera este costo adicional.

Tiempo:

Genera mayor confiabilidad en la programación de obra.

Durante la construcción:

Permite revisar la planificación y sectorización de la obra. Aún no hemos desarrollado mucho el uso del BIM para la programación, pero si mejora el entendimiento y que sea más visual.

En la operación:

Nosotros construimos la edificación pero no operamos edificios, por lo que no tenemos experiencia ahí.

4. ¿Existe algún beneficio que haya identificado diferente a los mencionados?

Es un valor agregado al presentar la oferta en licitaciones el hecho de poder asumir la compatibilización, por un lado los clientes lo están pidiendo más, y por otro lado nosotros lo ofrecemos.

Otra opción es cuando se define un costo meta en etapas tempranas del proyecto, y ofrecemos la compatibilización para garantizar optimizar y garantizar que el proyecto llegue a ese monto objetivo, lo que quieren evitar son los imprevistos. No es que se realicen ahorros, pero si es más confiable, porque los proyectos siempre tienen un sobre costo.

5. Puede indicar si cada uno de estos atributos tiene un impacto alto o bajo.

- Decisiones de Inversión: Bajo.
- Calidad del diseño: Alto.
- Participación de involucrados: Alto, soporta que participen más involucrados.
- Costos: Alto.
- Tiempo: Alto.
- Durante la construcción: Bajo.
- En la operación: Bajo.

6. ¿Cree en el uso de esta metodología le agregará valor a sus proyectos? ¿Cuánto estaría dispuesto a invertir por obtener estos beneficios?

Si obtenemos beneficios, el costo que hemos invertido es por proyecto y está alrededor de S/.15,000 y S/.60,000 para proyectos entre 5,000m² a 50,000m²

7. ¿Qué hay que cambiar o mejorar para utilizarlo en mayor medida?

Se debería de incluir más en el planeamiento de los proyectos que estén en ejecución y en la etapa de licitación, para que las personas que presupuestan puedan aprender bien el proyecto que se está cotizando.

Cuando existen muchos cambios en el proyecto la velocidad de cambio del modelo no es la misma que el proyecto y deja de servir.

Actualmente no buscamos tener profesionales especializados, sino empresas especializadas que nos dan soporte en los proyectos.

8. En su organización, ¿Quién toma la decisión para utilizarlo?

En nuestro caso soy yo como Gerente General y ya hay una política de empresa, aprobada por el directorio el uso del BIM en todos los proyectos.

Entrevista N° 03: Empresa Inmobiliaria

Dentro de las posibilidades de entrevistas definimos tres tipos de cliente y en este caso se trata de una Inmobiliaria que cumple la función de la gerencia del proyecto, realizado con la metodología BIM.

Tabla 3: Ficha del perfil de la empresa de la entrevista N° 03

Perfil	Características
Tipo de Empresa:	Inmobiliaria
Tipo de Proyectos:	Vivienda, oficinas y centro comerciales
Tamaño de empresa:	Gran empresa
Monto ventas anual estimado (2013):	\$ 88 Millones
Región geográfica:	Lima
Perfil del profesional entrevistado:	Jefe de Proyectos

1. Respecto del uso de la gestión BIM en los proyectos de construcción que involucra el uso de un modelo virtual para la gestión del proyecto: ¿Qué otra alternativa a usar BIM se puede usar en los proyectos o es una herramienta única?

El uso del BIM es esencial en proyectos inmobiliarios, para poder abarcar en diferentes etapas, que se ven en la construcción desde antes, debería estar desde el planeamiento de un proyecto y en la etapa de concurso, no considero que haya alternativa a ésta gestión.

La opción que se tiene es trabajar tradicionalmente en 2D, pero ya deja de ser una alternativa.

2. ¿Qué empresas conoce que han usado BIM en el Perú?

Cosapi, Cesel, Graña y Montero, Borasino Arquitectos y otros. En el caso de proyectistas de instalaciones actualmente están más proactivos, anteriormente era más complicado. Ha habido bastante intercambio de conocimiento entre profesionales del Grupo de la empresa con los proyectistas respecto de las mejores prácticas y esto motiva a los proyectistas.

3. En qué medida percibe que el uso de BIM, aporta en conseguir los siguientes beneficios:

Decisiones de Inversión:

En este caso hay un cambio en el chip de la mente de los profesionales, ahora hay que analizar todo desde etapas tempranas. Lo hemos usado para la definición del uso de acabados y evaluación de alternativas de acabados. Ahora se plasma el resultado en un 3D, no sólo se aprueba una muestra.

Calidad del diseño:

Si hemos visto mejoras en el diseño, actualmente es una mezcla de 2D y 3D, pero cuando esté más estandarizado usar solo 3D será más fácil. Revisión integral del proyecto, estética y funcionalidad, es diferente la información que se puede ver en un 2D que en un 3D.

Participación de involucrados:

Mayor participación por algunos proyectistas y jefes de proyectos, están bastante entusiasmados con el trabajo, se obtiene mayores consultas por parte de estos participantes al ver el detalle en las imágenes, es importante el apoyo en el uso de herramientas de visualización. Tenemos capacitaciones internas para obtener información del modelo.

Costos:

No se ha cuantificado el impacto en los costos del proyecto el uso del BIM.

Tiempo:

Actualmente existe una curva de aprendizaje, se requiere mayor esfuerzo inicial pero el plazo no aumentó y por las mejoras que ya se tienen, hay un potencial de reducción de tiempo. El modelar un edificio anteriormente podía tomar 6 meses, ahora nos toma 1 mes y medio, si cada proyectista logra mantener a su gente y mantiene la capacitación, cada vez el tiempo será menor.

Todos nuestros proyectos son en transición, 2D y 3D, usamos el BIM para compatibilizar y aparte del software hay un factor humano, por lo que en algunos proyectos hemos tenido respuestas más rápidas, mientras que en otros se han demorado mucho más. Todavía no hemos cambiado el esquema de gestión, por lo que los tiempos se han mantenido, no se han alargado, pero pronto debe de reducirse el tiempo, porque tendrás los metrados y otra información desde antes.

Durante la construcción:

Se ha logrado optimizar los acabados, tuberías y análisis de iluminación, que se van incluyendo en próximos proyectos. En el caso de vivienda social los espacios son bien reducidos y estas optimizaciones se van guardando formando una serie de soluciones para los proyectos similares.

En la operación:

No hay experiencias en la operación. Existe un plan para comenzar a operar más adelante pero por el momento no.

4. ¿Existe algún beneficio que haya identificado diferente a los mencionados?

Se puede utilizar para el área de ventas o marketing, para mostrar cómo se vería el proyecto acabado, hacer recorridos y vistas, pero falta un software que muestre con calidad los acabados en el modelo, se necesita mucho trabajo de post-producción. He estado realizando pruebas pero no hemos llegado a que se vea lo más real posible todavía, existen consultores externos que están investigando ésta área, para que el proceso de compra se convierta en una experiencia.

5. Puede indicar si cada uno de estos atributos tiene un impacto alto o bajo.

- Decisiones de Inversión: Bajo
- Calidad del diseño: Alto.
- Participación de involucrados: Alto.
- Costos: Bajo.
- Tiempo: Alto.
- Durante la construcción: Bajo.
- En la operación: Bajo.

6. ¿Cree en el uso de esta metodología le agregará valor a sus proyectos? ¿Cuánto estaría dispuesto a invertir por obtener estos beneficios?

Si agrega valor a los proyectos, se debe invertir en software y lo que se paga a cada proyectista, inicialmente se puede pagar entre 10% a 15% adicional a cada proyectista pero a mediano plazo no debería de haber un costo adicional por el proyectista, pero actualmente esto es mejor para que los proyectistas trabajen de la forma en la que queremos.

7. ¿Qué hay que cambiar o mejorar para utilizarlo en mayor medida?

Cambio en la mentalidad de las personas acostumbradas al trabajo habitual, porque esta requiere un alto esfuerzo inicial, a la primera falla de la metodología la sepultan. Existen personas que consideran que es un trabajo adicional pero no se dan cuenta que les traerá otros beneficios.

8. En su organización, ¿Quién toma la decisión para utilizarlo?

Es una política interna ya aprobada por la dirección, y que los Jefes de Proyecto encontramos beneficios a pesar de ser un mayor esfuerzo, por lo que se está evaluando la forma de incluir a los proyectistas para facilidad de la adopción.

Entrevista N° 04: Supervisión y Gerencia de Proyectos

Dentro de las posibilidades de entrevistas definimos tres tipos de cliente y en este caso se trata de la supervisión y gerencia de proyectos, realizado con la metodología BIM.

Tabla 4: Ficha del perfil de la empresa de la entrevista N° 04

Perfil	Características
Tipo de Empresa:	Supervisión y gerencia de proyectos
Tipo de Proyectos:	Hoteles, Vivienda, oficinas, tiendas de centros comerciales, clínicas.
Tamaño de empresa:	Gran empresa
Monto ventas anual estimado (2013):	\$ 37 Millones
Región geográfica:	Lima
Perfil del profesional entrevistado:	Gerente de proyectos

1. Respecto del uso de la gestión BIM en los proyectos de construcción que involucra el uso de un modelo virtual para la gestión del proyecto: ¿Qué otra alternativa a usar BIM se puede usar en los proyectos o es una herramienta única?

Algunos utilizan el CAD para juntar varios planos y analizar las diferencias, pero es un trabajo mecánico, incluso existe un CAD 3D pero sigue siendo un trabajo totalmente mecánico, no permite hallar las interferencias como el BIM.

2. ¿Qué empresas conoce que han usado BIM en el Perú?

Cosapi, Besco, Graña y Montero, Wescon, JJC y JE.

3. En qué medida percibe que el uso de BIM, aporta en conseguir los siguientes beneficios:

Decisiones de Inversión:

En el caso de remodelaciones o adecuaciones nos ha servido en el caso de una clínica, con gran complejidad. En el caso de proyectos nuevos no hemos tenido que tener el modelo para poder tomar una decisión.

Calidad del diseño:

Si porque existen bastantes problemas de incompatibilidades, y la vista en planta no refleja lo que se pueda ver en el BIM, la calidad del diseño definitivamente mejora con el diseño, incluso en la etapa de construcción.

Participación de involucrados:

Participan los proyectistas para resolver incompatibilidades, incluso cuando son más colaborativos participan los inversionistas.

Costos:

Si existen ahorros por detección temprana de interferencias, optimizaciones por cambio de ubicación o cantidades. Se cambian dimensiones de ventanas u otros elementos de acabados por mejoras que se ven gracias al modelo.

Tiempo:

Se reducen los tiempos de procesos de gestión porque evita que se generen documentos de consulta que necesita tiempo del staff.

Las constructoras incluyen el uso del BIM como un extra adicional, en algunos casos lo cobran, no hay una oferta de un mayor o menor plazo pero si lo incluyen como un esfuerzo que puede generar horas hombre adicionales pero al hacerlo en paralelo no impacta en el plazo.

En la construcción:

La constructora lo ha utilizado para compatibilizar, nosotros somos la gerencia y supervisión, nos dieron el acceso para poder tener las vistas y visualización, y en base a esto se pudo definir por ejemplo la distribución de los equipos en la azotea. Se aprobaba en reunión y se ejecutaba según lo acordado.

En la operación:

No hemos tenido experiencias.

4. ¿Existe algún beneficio que haya identificado diferente a los mencionados?

Ayuda a plasmar de mejor forma a los proyectistas su idea que muchas veces en los planos no tienen el detalle suficiente, antes nos decían que ya los detalles se veían durante la ejecución y al final no era como se pensaba, con esto se puede mostrar

exactamente cómo quedará, sirve como herramienta de diseño en el caso de la Arquitectura. En el caso de las instalaciones aún no lo hemos trabajado.

5. Puede indicar si cada uno de estos atributos tiene un impacto alto o bajo.

- Decisiones de Inversión: Bajo. Alto sólo si existe una remodelación.
- Calidad del diseño: Alto si es que hay complejidad.
- Participación de involucrados: Alto, es importante que los proyectistas se den cuenta que no pueden diseñar aisladamente.
- Costos: Alto. Ahorros por detección de interferencias, evita re trabajos.
- Tiempo: Alto. Quita procesos de gestión, documentación o carga administrativa.
- Durante la construcción: Alto. Evita romper o cambiar trabajos ya ejecutados.
- En la operación: Bajo.

6. ¿Cree en el uso de esta metodología le agregará valor a sus proyectos? ¿Cuánto estaría dispuesto a invertir por obtener estos beneficios?

Si agrega valor a los proyectos. Estamos tratando que las empresas constructoras lo incluyan en su propuesta, y les estamos pidiendo que comiencen con un proceso de mejora colaborativo usando BIM, esto genera que tengamos una lista corta de posibles constructoras, comienza a ser como un filtro. De esta forma es una manera de clasificar a las constructoras, las que trabajan con BIM sabemos que están más estandarizadas en procesos y van a trabajar mejor, es mejor elegir entre las que tienen BIM, y no es lógico poner a competir contra constructoras que no lo tienen, porque no es lo mismo.

7. ¿Qué hay que cambiar o mejorar para utilizarlo en mayor medida?

Deben de usarlo más los proyectistas, de esta forma las constructoras lo usarán más porque el proyecto estará en BIM. Si todas lo usaran dentro de sus procesos sería mejor, porque no habría otra opción que usarlo BIM.

Los profesionales de mayor experiencia no lo conocen, no lo puedo desarrollar ni entender por cuenta propia, los nuevos profesionales si salen con este conocimiento de las universidades.

8. En su organización, ¿Quién toma la decisión para utilizarlo?

Depende de cada proyecto, si el cliente solicita que sea BIM se incluye, actualmente no se ofrece como parte del servicio el BIM. Se tenía un área BIM pero los clientes no lo valoraban y se comenzó a generar un costo hundido. En el caso que ahora se

necesite se terceriza. La mejor forma es llegar a un acuerdo con la constructora, se le recomienda al cliente, que pueda tener un mejor servicio como un plus, sin un mayor costo y una mejor contratista. Se hace las recomendaciones en las primeras reuniones de Kick off con el cliente y se define en ese momento, está el Gerente de Proyecto, Gerente de Operaciones y el representante del cliente.

Entrevista N° 05: Empresa Constructora

Dentro de las posibilidades de entrevistas definimos tres tipos de cliente y en este caso se trata de la constructora del proyecto realizado con la metodología BIM.

Tabla 5: Ficha del perfil de la empresa de la entrevista N° 05

Tipo de Empresa:	Constructora
Tipo de Proyectos:	Vivienda, oficinas, Hoteles, Hospitales y centros de educación.
Tamaño de empresa:	Gran empresa
Monto ventas anual estimado (2013):	\$ 154 Millones
Región geográfica:	Lima
Perfil del profesional entrevistado:	Jefe de Ingeniería

1. Respecto del uso de la gestión BIM en los proyectos de construcción que involucra el uso de un modelo virtual para la gestión del proyecto: ¿Qué otra alternativa a usar BIM se puede usar en los proyectos o es una herramienta única?

Más que herramienta, es una metodología donde implementamos diferentes tipos de software. Una alternativa es lo convencional, que ya es lo pasado el hacer paso por maso en cada plano; pero BIM es lo más moderno que permite ahorrar importantes costos en los expedientes técnicos a las obras y al mismo tiempo ahorrar plazo incluso gestionando las modificaciones en automático, no solo aplicable a edificaciones sino a cualquier otra áreas de ingeniería: naval, industrial, espacial, etc. Asocia razonamiento geométrico, con información adicional de propiedades de material, tiempo, etc. La buena explotación de esa información, es la que nos da las ventajas para cubrir los vacíos que antes teníamos con el método convencional. Hay multiples software: Revit, Tekla, etc.

2. ¿Qué empresas conoce que han usado BIM en el Perú?

Empresas referentes: Graña y Montero, Cosapi, Obrainsa que forma parte del comité BIM del Perú. Adicional a esto hay estudios de arquitectura como Suma Proyectos, AV Arquitectos e Ingenieros, José Ventin Arquitectos, Pragma, etc.

Como empresas de supervisión y gerencia está EuroConsult (Empresa española) y Cesel.

3. En qué medida percibe que el uso de BIM, aporta en conseguir los siguientes beneficios:

Decisiones de Inversión:

Antes de aventurarnos en entrar en algún proyecto, nosotros desarrollamos una propuesta donde el BIM ya está inmerso desde el comienzo, y nos ayuda muchísimo a visualizar, materializar o darle una primera realidad al proyecto que vamos a presentar, desde el punto de vista no solo estético sino también presupuestario: índices de precios, metrados, ratios, información que nos ayuda a tener claro si se va o no se va en la inversión.

Durante el proyecto de armar el expediente técnico nos permite implementar todos los cambios de forma muy rápida y también el análisis de estos de forma muy eficiente, en la ejecución es para generar el proceso de construcción en forma virtual que te permite tomar mejores decisiones de forma virtual antes de ejecutarlas y ver sus pros y contras.

Calidad del diseño:

Puedes tomar decisiones de si hay algún acabado o diseño que desees cambiar, puedes evaluarlo rápidamente y ver sus implicancias. Viendo si cada cambio le brinda más calidad al diseño, porque te permite jugar con muchas variables gráficas y mostrarlo de forma eficiente.

En la presentación del hospital regional de Huanuco, se armó el expediente técnico con diseño BIM junto con los proyectistas, lo presentamos a las autoridades y ganamos el proyecto; con este diseño BIM encontramos aprox. Más de 680 interferencias en especialidades que nos permitió tenerlo claro desde un comienzo.

Participación de involucrados:

Necesitas un equipo especialista en cada una de las áreas de estructuras, eléctricas, sanitarias, comunicaciones, data, etc que manejen el BIM para incorporarse a este método. La interacción de diferentes participantes nosotros la trabajamos en una plataforma común y ahí cada especialista va a haciendo sus comentarios.

El BIM te permite trabajarlo simultáneamente sin tener que esperar a que cada uno tenga que esperar a que el anterior especialista termine. También hemos trabajado el BIM con diferentes participantes: clientes, supervisión e inversores se benefician de poder ver el proyecto en 3D y tomar decisiones.

Con la supervisión, ganas mucha tranquilidad y fiabilidad mostrando que tienes el control del proyecto hasta ese nivel de detalle, con los inversores porque les permite tomar decisiones antes de realizar el desembolso, y a nivel cliente el ver que el staff técnico implementa nueva metodología es una garantía de evitar los riesgos identificados y una tranquilidad técnica de tener el control del proyecto. Hoy por hoy, el estado ya es obligatorio en algunas edificaciones del estado incluir el sistema BIM.

Costos:

El costo de no implementarla es mayor a hacerlo desde un inicio. No nos planteamos ni siquiera entrar a una licitación sin hacer el planteamiento BIM de incompatibilidades, forma parte de la fase del presupuesto.

Ahorras problemas, costos de demolición, volver a ejecutar, modificar expediente y el consecuente tiempo que trae consigo.

En una licitación, del valor referencial de 100, la empresa ha logrado una optimización para llegar solo al 90% cambiando la estructura normal a metálica, ajustar el metrado y conseguir el ahorro significativo.

Tiempo:

Lo mismo con los tiempo, no ampliar plazo en retrabajos, sino al contrario, construir primero el modelo virtualmente de tal forma que siga el flujo de trabajo y luego ver cómo optimizar los recursos que tenemos, teniendo en cuenta que al personal de obra se le paga por hora; por ejemplo nosotros tenemos una reunión semanal con el personal de producción, y nos pasó que en una losa postensada vimos cuanto tiempo nos estaba tomando completar el sistema de tensado y si nos está permitiendo realmente ahorrar tiempo, si vemos que no lo estamos haciendo bien, pues reducimos las áreas de losa para optimizar esos tiempos.

Durante la construcción:

Permite la coordinación con especialistas nuevos y posibles cambios que el cliente exige, el BIM te permite de alguna manera ajustarse a estos nuevos pedidos, que de otra manera demoraría demasiado tiempo en actualizar o cambiar en todos los planos.

En la operación:

Nosotros no hemos tenido la experiencia en operación ni mantenimiento; pero estamos implementando hasta la ejecución, si lo he visto en otras compañías, en Facilities Management de reparación, mantenimiento preventivo es muy potente.

4. ¿Existe algún beneficio que haya identificado diferente a los mencionados?

Es un valor agregado el poder trabajar el modelo virtualmente y explorar diversas opciones que de otra manera tendrían un costo alto y alta incertidumbre.

5. Puede indicar si cada uno de estos atributos tiene un impacto alto o bajo.

- Decisiones de Inversión: Alto
- Calidad del diseño: Alto
- Participación de involucrados: Debería ser alto, pero actualmente en Perú es bajo, conforme salgan mejores profesionales
- Costos: Alto
- Tiempo: Alto
- Durante la construcción: Alto, para el constructor y el cliente
- En la operación: En el mundo es alto, es un área de negocio por desarrollar pero en Perú casi no hay.

6. ¿Cree en el uso de esta metodología le agregará valor a sus proyectos? ¿Cuánto estaría dispuesto a invertir por obtener estos beneficios?

Si obtenemos beneficios, en el último expediente técnico que presentamos era una inversión de S/. 240MM y la inversión de hacer el diseño detectando las incompatibilidades fue de 100 mil soles, representa el 0.04% del costo.

En líneas generales, la elaboración de un expediente técnico para un proyecto está en el orden de 1-3%, entonces parte del costo es utilizado en el diseño BIM y evitar que disminuya el beneficio que nosotros esperamos del proyecto.

En líneas generales es mayor el costo de no inversión, que el costo directo de hacer el diseño.

7. ¿Qué hay que cambiar o mejorar para utilizarlo en mayor medida?

La capacitación y formación de los profesionales en esta metodología y la mejora continua de software

La difusión de las experiencias obtenidas, para generar interés, estudio y mejora de estándares

El esfuerzo de hacer las cosas diferentes a como siempre lo han hecho.

8. En su organización, ¿Quién toma la decisión para utilizarlo?

En nuestro caso soy yo como Jefe de Ingeniería, con el apoyo de la Gerencia de Edificaciones se determinó trabajar si o si empleando el BIM, y últimamente se ha hecho extensivo a otras divisiones, como carreteras u obras civiles.

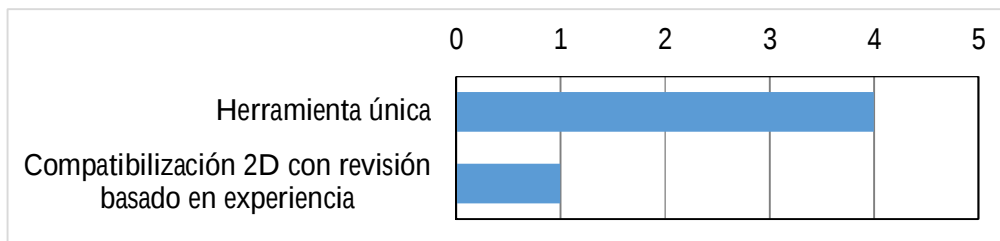
Capítulo V: Análisis comparativo de las entrevistas

Se realizaron 05 entrevistas a las empresas seleccionadas y en este capítulo se realiza un análisis comparativo respecto de las semejanzas y diferencias en las respuestas de la entrevista.

Respecto de la existencia de otra metodología que pueda reemplazar el uso del BIM en los proyectos, cuatro coincidieron en que el BIM otorga unos beneficios actuales y tiene un potencial de beneficios que difícilmente puede ser alcanzado por otra metodología, mientras que una empresa si lo considera comparable con una solución Mixta, (ver Figura 15) que percibe otorga un mayor valor que el procedimiento tradicional de compatibilización durante el proceso de construcción, porque se enfoca en una trabajo exclusivo de compatibilización y con una revisión buscando errores o mejoras basados en la experiencia del revisor.

Figura 15

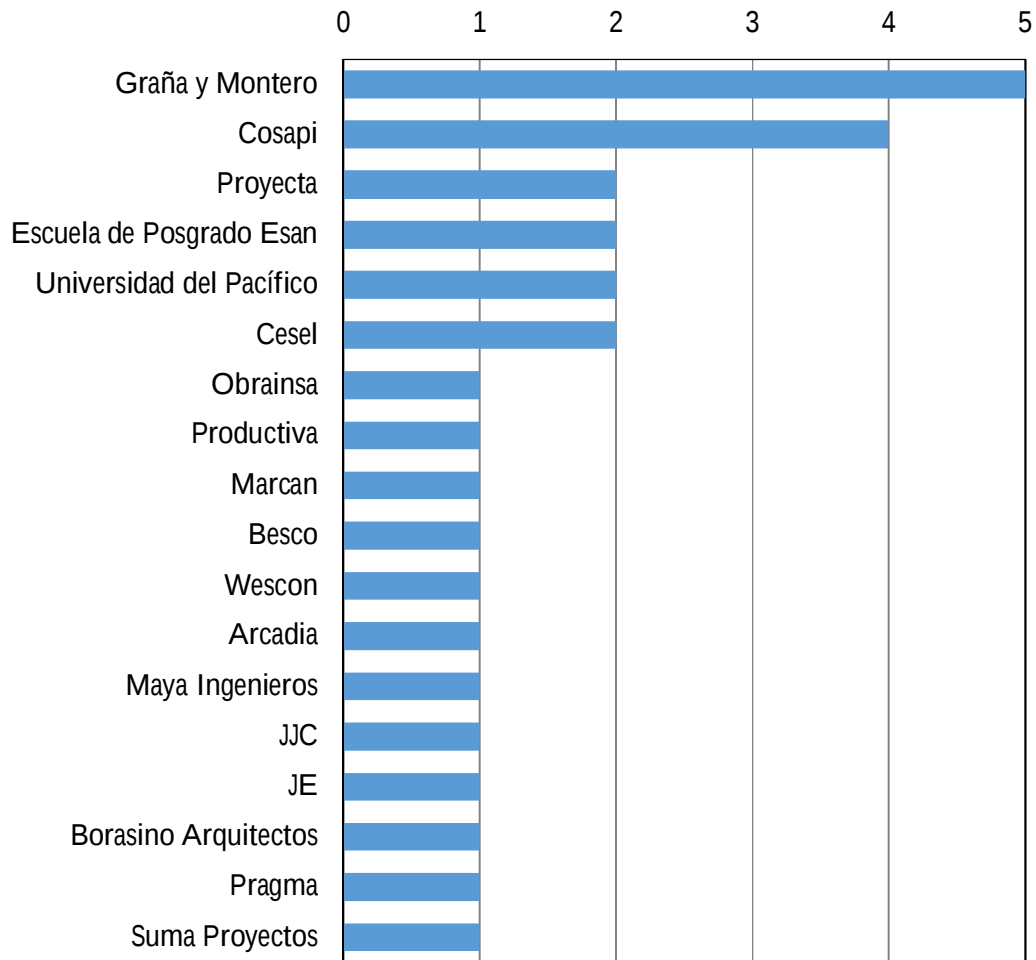
Comparativo entre empresas que consideran que el BIM es una herramienta única versus otras opciones disponibles



Las respuestas respecto de la consulta por las empresas que conoce que estén utilizando BIM en el mercado, al ser una metodología relativamente nueva las empresas que conoce están relacionadas a las empresas con las que ha trabajado en sus proyectos, más que un conocimiento general del mercado, pero a pesar de eso hubo mayor conocimiento y recordación en 6 empresas que más de una empresa mencionó y encabezan la lista, como se muestra en la Figura 16.

Figura 16

Conocimiento y recordación de empresas que usan la metodología BIM



Respecto de los beneficios obtenidos se ha elaborado la Tabla 6 que resume cada uno de los beneficios identificados por los entrevistados, agrupados por los temas que se habían planteado en la entrevista.

Tabla 6: Beneficios percibidos por las empresas agrupadas por tema

Beneficio	Beneficio obtenido o uso identificado por el entrevistado
Decisiones de Inversión	1. Evaluación en remodelaciones
	2. Tipo de Mobiliario a usar
	3. Evaluar nuevos elementos en el ambiente interior
	4. Asumir la compatibilización es parte de la oferta como valor agregado en una licitación
	5. Aprobación del uso de acabados en vez de una muestra
	6. Análisis de evaluación de cambio por mejor eficiencia
	7. Es parte de la presentación de la propuesta para la adjudicación

	del proyecto
Calidad del Diseño	1. Funcionalidad de ambientes interiores 2. Mejor entendimiento de los ambientes por el cliente 3. Reducción de Interferencias 4. Permite revisión integral del proyecto: Estético y Funcional. 5. Se plasma con mejor detalle los diseños de los proyectistas 6. Definición y aprobación de los acabados en base al modelo
Participación de involucrados	1. Involucrar Autoridades y Jefes de Departamento 2. Mayor colaboración en el equipo del proyecto 3. Mayor participación por cliente y proyectistas 4. Mayor participación por Proyectistas y Jefes de proyecto 5. En algunas reuniones se ha mostrado a los inversionistas 6. Sirve como plataforma común para trabajar con los proyectistas 7. Aumenta la confiabilidad entre el supervisor y el constructor, obteniendo una mejor comunicación. 8. Inversionistas participan de algunas decisiones importantes 9. El cliente percibe una mejor garantía y menos riesgos, logrando una mejor relación.
Costos	1. Sin riesgo por incompatibilidades 2. Ahorros por ingeniería de valor 3. Presupuesto más confiable 4. Evitar sobrecostos en el proyecto 5. Evitar la negociación de adicionales que puede pagarse sólo parcialmente. 6. Para llegar a un presupuesto meta y evitar imprevistos 7. Se generan cambios y mejoras por lo visto en el modelo 8. Existe una rentabilidad perdida si no estuviera implementado el BIM en el proyecto. 9. Permite optimizar algunas propuestas en las licitaciones. 10. Se reduce el costo de Mano de obra por re trabajos
Tiempo	1. Adelantar cambios y menor impacto en plazo 2. Mayor confiabilidad en la programación de obra 3. Potencial de reducción del tiempo, actualmente hay una curva de aprendizaje 4. Respuestas del staff más rápido en otros proyectos, una vez estandarizado se puede reducir el tiempo. 5. Se reduce los tiempos de procesos de gestión 6. No se aprueba el inicio de la ejecución si no está el modelo completo de la zona inicial 7. Se evita retrasos que generan las interferencias 8. Se elimina el proceso y tiempo de aprobación de re trabajos
	1. Mejor supervisión gracias a recorridos virtuales 2. Plataforma para generar observaciones al constructor

Durante la construcción	3. Mejor revisión de la planificación y sectorización de la construcción.
	4. Optimización de soluciones replicables para siguientes proyectos
	5. Definición de distribución de equipamiento
	6. Aumenta la velocidad de toma de decisiones por cambios
	7. La generación de planos As-built se realiza durante el proyecto y no al final cuando existen menores recursos
	8. Permite evaluar metrados y procedimientos constructivos
Durante la operación	1. Uso potencial pero los softwares actuales no son amigables
	2. Se puede medir buscando reducir el consumo de energía
	3. Reparación y mantenimiento preventivo antes de que ocurra la falla

Hemos comparado la importancia que otorga cada uno de los entrevistados a los beneficios percibidos de acuerdo al nivel de impacto en cada una de sus organizaciones, que se muestran en la Tabla 7

Tabla 7: Resumen del nivel de impacto de cada beneficio percibido por los entrevistados.

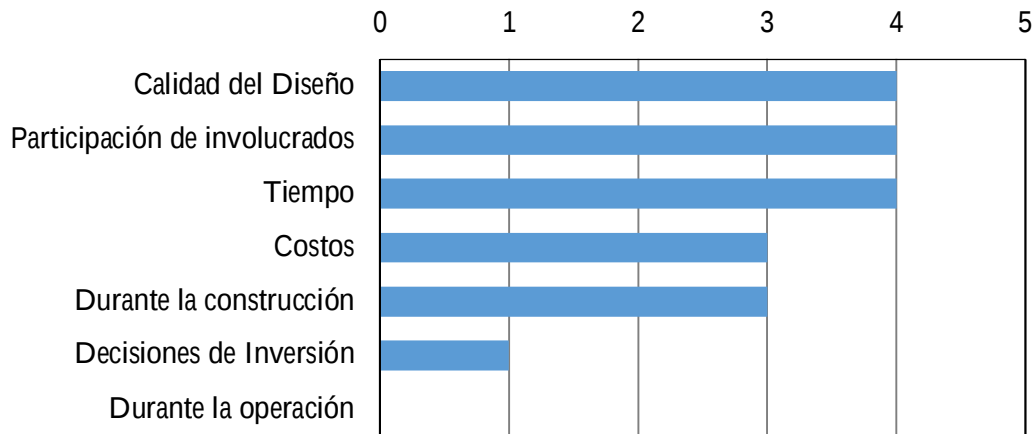
Beneficios Percibidos	Ent. 1	Ent. 2	Ent. 3	Ent. 4	Ent. 5
Decisiones de Inversión	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Alto
Calidad del Diseño	Bajo	Alto	Alto	Alto	Alto
Participación de involucrados	Alto	Alto	Alto	Alto	Bajo
Costos	Bajo	Alto	Bajo	Alto	Alto
Tiempo	Bajo	Alto	Alto	Alto	Alto
Durante la construcción	Alto	Bajo	Bajo	Alto	Alto
Durante la operación	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo

Nota: Ent. es la abreviación de entrevista.

Si los agrupamos en orden considerando los de mayor valor hasta llegar a los de menor valor, mostrado en la Figura 17, podemos observar tres grupos diferenciados en los beneficios más valorados, en el primer grupo y con mayor aporte de la Metodología BIM se obtiene mejor calidad del diseño, mayor participación de los involucrados y garantía en cumplimiento del tiempo. En el segundo grupo se considera los ahorros generados en el costo y los beneficios que se pueden obtener durante la construcción. Finalmente en el tercer grupo, con menos valoración del aporte se obtiene en apoyo en las decisiones de inversión y durante la operación.

Figura 17

Comparativo del nivel de impacto de los beneficios percibidos por los entrevistados



Las 05 empresas coincidieron en que la metodología BIM si agrega valor a los proyectos, y en la Tabla 8 se agrupa las respuestas respecto a cuanto es la inversión que están dispuestos a realizar para poder obtener estos beneficios anteriormente mostrados.

Tabla 8: Inversión dispuesta a realizar cada empresa

Tipo de Empresa	Inversión dispuesta a realizar
Cliente final	Hasta 10% del costo del diseño y de ser posible que sea asumido por los proveedores
Constructora	S/.15,000 a S/.60,000 para proyectos entre 5,000 m2 a 50,000 m2 respectivamente
Inmobiliaria	10% adicional del contrato del proyectista
Supervisión y Gerencia de Proyectos	Es un requisito para la elección de la constructora que use la metodología BIM.
Constructora	Invierto el 0.04% del proyecto total esperando evitar un sobre costo de 4 veces la inversión.

Pero aún existen barreras para que pueda haber un mayor desarrollo de la metodología BIM, que generan restricciones tanto por el sector de construcción como de las mismas empresas que se han agrupado en la Tabla 9.

Tabla 9: Cambios requeridos para utilizar la metodología BIM

Tipo de Empresa	Barreras que impiden un mayor desarrollo
Cliente final	Profesionales más convencidos del uso de BIM Personal más capacitado Mejores herramientas para alcanzar mayores beneficios.
Constructora	Mayor involucramiento por los profesionales de la gestión de la obra como oficina técnica y superintendentes. Explorar mayores usos para etapa de licitación Las empresas que brindan este servicio sean especializados Cuando existen muchos cambios en los proyectos, deja de servir porque no acompaña la velocidad del proyecto.
Inmobiliaria	Que se produzca el cambio de mentalidad de las personas en realizar un mayor esfuerzo inicial, siguen acostumbrados al diseño habitual. A la primera falla que se produce, entierran la nueva metodología.
Supervisión y Gerencia de Proyectos	Fomentar el uso por los proyectistas, esto originará que aumente su uso por las constructoras. Promover un mayor conocimiento de esta nueva metodología a los profesionales de mayor experiencia, de Jefaturas y Gerencias.
Constructora	Que exista difusión de las experiencias aprendidas con sus puntos buenos y malos. Concientizar a los profesionales que se requiere un mayor esfuerzo ahora en la etapa de cambio, mientras dure la curva de aprendizaje. Mayor capacitación a los profesionales de diferentes niveles. Que exista una mejora continua del software y cada vez con mayor facilidad de uso.

Cuando se preguntó consultó por quienes son los responsables de tomar la decisión en cada una de las organizaciones se obtuvo las respuestas mostradas en la Tabla 10.

Tabla 10: Decisor del uso de BIM en la Organización

Tipo de Empresa	Aprobación del uso de BIM
Cliente final	El Jefe de Infraestructura en función del presupuesto que se tenga.
Constructora	Su uso fue promovido por el Gerente General y una vez aprobado por el Directorio, se plasmó en una política para su uso en todos los proyectos.
Inmobiliaria	Luego de realizar proyectos pilotos, la Alta Gerencia se convenció del potencial de su uso y se plasmó en una política de la empresa.
Supervisión y Gerencia de Proyectos	Cada Gerente de proyecto evalúa la necesidad del uso del BIM en el proyecto, y en coordinación con el cliente, si éste lo aprueba se decide su utilización.
Constructora	El Jefe de ingeniería evalúa su uso en función del tipo de proyecto y se presenta al Gerente de Unidad para su aprobación final.

En la Tabla 11 se ha realizado un resumen general de las entrevistas a las 5 empresas con el objetivo de facilitar la comparación entre cada una de ellas.

Tabla 11: Cuadro comparativo general de las empresas entrevistadas

	Empresa 01	Empresa 02	Empresa 03	Empresa 04	Empresa 05
Herramienta única	Si	Existe Alternativa	Si	Si	Si
Empresas que usan BIM	6	8	5	6	9
Beneficios de mayor impacto	Durante la construcción	Calidad del Diseño	Calidad del Diseño	Calidad del Diseño	Calidad del Diseño
	Participación Involucrados	Participación Involucrados	Participación Involucrados	Participación Involucrados	Decisiones de Inversión
		Asegurar Plazo	Asegurar Plazo	Asegurar Plazo	Ahorro en costos
		Ahorro en costos		Ahorro en costos	Asegurar Plazo
				En la construcción	En la construcción
Inversión dispuesta a realizar	10% del costo del diseño	S/ .15,000 a S/ .60,000 (5,000m2 a 50,000m2)	10% adicional del contrato proyectista	Requisito para elegir a la constructora	0.04% del Total del Proyecto
Principales barreras de implementación	Personal capacitado	Personal capacitado	Personal convencido	Personal capacitado	Personal capacitado
	Personal convencido	Falta empresas especializadas		Falta de uso por proyectistas	Mejores Herramientas
	Mejores Herramientas	Muchos cambios no permite implementar			
Quien aprueba el uso del BIM en sus proyectos	Jefe Infraestructura	Política de empresa	Política de empresa	Gerente de Proyecto	Gerente de Unidad

Conclusiones y Propuesta

A partir de las entrevistas realizadas, podemos ver que las empresas coinciden en que no hay una metodología en el mercado que pueda brindar los beneficios identificados por los usuarios, en un caso están utilizando un servicio de revisión de ingeniería usando los planos en 2D pero sólo cubre una parte del beneficio de generar calidad en el diseño sin tener el mismo nivel de detalle que al usar BIM.

Son alrededor de 10 empresas las que están posicionadas en que usan esta metodología en la mente de los entrevistados, que son las líderes en el sector de construcción.

Los 3 beneficios más destacados por los entrevistados es la mejora en la **calidad del diseño, participación de los involucrados y aseguramiento del tiempo**.

En la **calidad del diseño** resaltan la reducción de las interferencias entre diferentes especialidades, una mejor funcionalidad de la edificación al poder realizar cambios anticipados y con mejor entendimiento por facilidad en la visualización del proyecto, aún existen dificultades para poder ver otros componentes del proyecto con detalle por lo que se recurre a las memorias descriptivas y planos de la especialidad.

Existe una **mayor participación de los involucrados** tanto por el cliente, proyectistas lo que genera una mayor cantidad de consultas que llevan a una mayor cantidad de cambios, que lleva a aumentar la complejidad del proyecto pero la satisfacción del cliente es mejor porque está entendiendo el proyecto, tradicionalmente el cliente tiene un mejor entendimiento de todo el proyecto cuando está en proceso de construcción.

Respecto del **aseguramiento del tiempo** los entrevistados coinciden en que se requiere un mayor esfuerzo el uso de esta metodología, más aún porque involucra nueva tecnología que no todos usan, pero esto se da más en la primera mitad del proyecto, porque los proyectistas están desarrollando el detalle de cada especialidad y hay mayores incongruencias, pero que si con la metodología se van resolviendo, para la construcción se reduce la variabilidad y lo que está logrando actualmente es poder asegurar los plazos de construcción. Los entrevistados coincidieron en que existe un potencial de reducción del plazo, pero en la curva de aprendizaje actual no han podido tener estos resultados pero si mejoras que son el precedente para cumplir este objetivo.

El uso de la gestión BIM en otras áreas de la empresa dependerá de que tanto quieran explorar su uso en función de los beneficios que puedan obtener, las empresas están en este proceso de exploración por lo que han visto varios beneficios potenciales para otras áreas pero aún no han sido desarrolladas.

Definitivamente si agrega un valor a los proyectos el uso de la metodología BIM, en el caso de los entrevistados si están dispuestos a pagar alrededor de un 10% adicional del costo del diseño del proyecto, cada empresa lo cuantifica de manera distinta pero ese es el monto promedio o en el caso de la empresa Gerencia de Proyectos busca este valor agregado por

parte de las constructoras que consideran en la licitación, pero a la medida de lo posible que sea asumido por los proyectistas, debido a que consideran que es un cambio en la entrega del producto que debe ser parte del alcance del diseño de cada proyectista, pero como saben que el mercado recién está evolucionando respecto a su uso, si pueden realizar este pago adicional, considerando que es una inversión por la que obtendrán mayores beneficios.

Dentro de las restricciones o barreras para usar la gestión BIM, está la resistencia de las personas para cambiar de una forma tradicional de gestionar proyectos a una que involucre un mayor esfuerzo en la planificación, en el diseño del proyecto y por ende una mayor inversión inicial, así como los profesionales capacitados en usar esta metodología, para facilitar este proceso. Un punto en contra encontrado es que cuando hay cambios importantes la velocidad para desarrollar el modelo no es igual a la del proyecto, por lo que en ese caso han dejado de usarlo. Las herramientas de visualización y software tienen que mejorar facilitando el uso para usuarios no entrenados y el costo actual del software se siente elevado.

Existen organizaciones que ya tienen como política la realización de proyectos con esta metodología y en otras donde se está evaluando en función de cada tipo del proyecto.

Del conjunto de entrevistas, se puede observar que los que han tenido resultados positivos, han sido tan buenos que ya es parte de la política de la empresa, y los que aún no lo tienen como política, es porque están en el proceso de aprendizaje, pero siguen obteniendo más beneficios que desventajas por lo que continúan explorando su uso y su potencial.

Asimismo se ve que los beneficios registrados en países líderes del uso e implementación de esta metodología aún son parcialmente percibidos en Perú, las empresas Peruanas si han visto el potencial pero la dificultad en que todos los participantes del proyecto puedan utilizar esta metodología, ocasiona que este proceso sea lento, y en los proyectos de construcción que cuenta con una gran cantidad de participantes, es aún más complejo y de mediano plazo.

Actualmente una desventaja en desarrollar en las empresas esta metodología es que cuando se quiere desarrollar el proyecto, una dificultad es para encontrar proyectistas que puedan integrarse a un costo razonable y sin aumentar los tiempos de entrega, así como la inversión inicial que hay que realizar en tecnología como PCs y software, capacitación del personal, pero también es una oportunidad porque ya existen empresas que han invertido y lo han considerado dentro de su política, no necesariamente por los resultados obtenidos a la fecha sino por el potencial que han visto.

La propuesta es brindar un servicio especializado a las empresas, usando como referencias las mejores prácticas de países más desarrollados para evitar repetir errores ya identificados y de esta forma las empresas incrementen la posibilidad de tener buenos resultados en esta implementación. Como parte de la implementación como hemos visto una gran barrera para una correcta adopción la falta de capacitación a los profesionales de mayor experiencia así como del equipo del proyecto, lo más adecuado será una capacitación para que la

dirección pueda mejorar el entendimiento y establecer los objetivos que se buscarán para su empresas en la implementación y para el equipo de proyecto pueda realizar una correcta ejecución. Se debe dejar en claro que el éxito de esta metodología depende íntegramente de las personas involucradas, por lo que existirán fallas pero lo importante será aprender de ellas y tener un plan de acción preventivo para que no vuelvan a ocurrir, caso contrario cuando exista una falla el equipo puede desistir de continuar, como se mencionó en la Tabla 9.

Existe un perfil de empresas que actualmente está desarrollando esta metodología, que son empresas grandes con proyectos complejos, con penalidades por incumplimiento de plazos y que cuentan con áreas de calidad o de mejora continua que les permite evaluar y experimentar con el uso de esta metodología, que son las que nos hemos enfocado en esta investigación debido a que ya tienen experiencia en proyectos usando la metodología BIM. Pero existe una gran cantidad de empresas medianas que no están involucrados con las innovaciones recientes y para éste perfil de empresa se debe pensar en un servicio BIM que pueda dar un servicio adecuado a éstas empresas a un bajo costo, el “trade off” sería contar con beneficios limitados pero permitiría que éstas empresas puedan comenzar con el cambio que se necesita realizar para toda la industria, de esta misma forma grandes empresas de Tecnologías de Información, TI, han logrado acercar sus productos a clientes con una menor capacidad de inversión.

Para que toda la industria pueda aprender de las buenas y malas prácticas de las experiencias con esta metodología se deberá promover el compartir el conocimiento mediante seminarios, congresos, cursos que originen que mayores empresas identifiquen los beneficios y quieran utilizar esta metodología, de tal forma que los mismos clientes, gerencias o constructoras que pueden decidir en realizar la gestión del proyecto usando BIM pueden promover el uso del BIM por las empresas que contrate y de esta forma aumentar su uso en la cadena de valor.

Bibliografía

BIMCommunity (2016) *BIM en el mundo*. Obtenido el 15 de Octubre de 2016 de <https://bimcommunity.com/news/load/269/bim-en-el-mundo>

Encuesta Nacional BIM, 2013, *Departamento de Arquitectura de la Universidad de Chile*

Hietala Veijo. (1993). Kuvien todellisuus: johdatusta kuvallisen kulttuurin ymmärtämiseen ja tulkintaan. Helsinki: Kirjastopalvelu.

Khanzode, Atul. (2014). Making the Big Room Better. Obtenido el 15 de Octubre de 2016 de www.dpr.com/view/making-big-room-better

Khanzode, Athul. (2015). *Setting Your Project up for Success Using Lean, BIM and IPD*.

Laiserin, J. (2003). *The BIM Page*. The Laiserin Letter.

Leite, Fernanda; Akcamete, Asli; Akinci, Burcu; Atasoy, Guzide; Kiziltas, Semiha (2011). *Analysis of modeling effort and impact of different levels of detail in building information models. Automation in Construction*

McGraw Hill Construction, Smart market Report. (2014). *The Business Value of BIM for Owners*

McGraw Hill Construction, Smart market Report. (2015). *Measuring Impact of BIM on complex buildings*

National BIM Standard - United States. (2014). *Frequently Asked Questions About the National BIM Standard-United States*. Obtenido el 17 de Octubre de 2014 de www.Nationalbimstandard.org

NBS - National Building Specification. (2016). *International BIM Report 2016*

Nicoleta, Panagiotidou. (2016). *Building Information Modeling benefits for the owners*.

Smith, Deke (2007). *An Introduction to Building Information Modeling (BIM)*. Journal of Building Information Modeling. p. 12

Yazdani, M. & Barker, P. (2000). *Iconic communication*. Bristol: Intellect Ltd.