

**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE TITULACIÓN POR TESIS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TECNOLOGIA BIM Y LA OPTIMIZACION DE LA  
PRODUCTIVIDAD EN OBRAS RETAIL**

**TESIS**

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE**

**INGENIERO CIVIL**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. MIRANDA ECHAIZ, MIGUEL ANGEL  
Bach. MUÑOZ MEDINA, JUAN CARLOS DAVID  
ASESOR: Ing. ENRIQUE TORRES PEREZ**

**LIMA – PERÚ**

**AÑO: 2015**

### **Dedicatoria**

La presente tesis se la dedicado a mis padres por enseñarme la pasión por la ingeniería y brindarme el apoyo y toda la educación durante estos años, a mi mamá Chela por enseñarme los valores de la vida durante toda mi infancia y a nuestra Alma Mater Universidad Ricardo Palma.

Juan Carlos David Muñoz Medina

La presente tesis se la dedico en primer lugar a Dios por permitirme atravesar esta etapa de mi vida, segundo lugar a mis padres y mi familia por el apoyo constante que han tenido conmigo durante toda mi vida educativa, este logro es para ellos y por supuesto para mi universidad querida, mi Alma Mater, Universidad Ricardo Palma.

Miguel Angel Miranda Echaiz

### **Agradecimiento**

A todos los docentes de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Ricardo Palma, al Sr. Carlos Ruiz, al Ing. Marlon Ricra que nos dio la idea sobre BIM y finalmente a nuestro asesor el Ing. Enrique Torres; por su valiosa colaboración.

## ÍNDICE

	Página
Introducción	01
<b>CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.</b>	<b>03</b>
1.1 Descripción de la realidad problemática	04
1.2 Formulación del Problema	04
1.2.1 Problema principal	04
1.2.2 Problemas secundarios	04
1.3 Objetivos de la investigación.	05
1.3.1 Objetivo principal	05
1.3.2 Objetivo secundarios	05
1.4. Justificación de la investigación	06
1.4.1. Justificación Práctica	06
1.4.2. Justificación Económica	07
1.4.3. Justificación Técnica	07
1.5 Limitaciones de la investigación	08
1.6 Viabilidad de la investigación	09
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO</b>	<b>11</b>
2.1 Antecedentes de la investigación.	11
2.1.1. Antecedentes Nacionales.	11
2.1.2. Antecedentes Internacionales	16
2.2 Bases teóricas.	18
2.2.1. Bases Teóricas de la Variable 1Tecnología BIM.	18
Definición de la Tecnología BIM	18
Importancia de la Tecnología Bim	22
Usos de la Tecnología Bim	24
Características de la tecnología BIM	24
Enfoques de las Tics en Ingeniería Civil	26
Definición de las Dimensiones de la Variable Tecnología BIM	35
2.2.2. Bases Teóricas de la Variable Productividad en Obras Retail.	40

Definición de Productividad	40
Definición de Obras Retail.	43
Definición de Productividad en obras Retail	44
Características de la Productividad en Obras Retail	46
Enfoque de la Productividad en Obras Retail	46
Definición de las dimensiones de la Variable productividad en Obras Retail.	47
2.3 Formulación de hipótesis	53
2.3.1 Hipótesis general	53
2.3.2. Hipótesis específicas	53
2.4. Variables	54
2.4.1. Definición Conceptual de las Variables	54
2.4.2. Operacionalización de las variables	55
<b>CAPITULO III: DISEÑO METODOLÓGICO</b>	<b>57</b>
3.1. Metodología	57
3.2. Tipo y Diseño de la Investigación	57
3.3 Población y muestra	59
3.4 Técnicas de recolección de datos	61
3.4.1 Técnicas	62
3.4.2 Encuesta	62
3.4.3 Descripción de los instrumentos	63
3.4.4 Confiabilidad de los instrumentos	64
3.5 Aspectos éticos	69
<b>CAPÍTULO IV: DESAROLLO METODOLOGICO</b>	<b>70</b>
4.1 Antecedente:	70
4.2 Técnicas para el procesamiento y análisis de datos	73
4.2.1 Método Estadístico	73
4.2.2 Prueba hipótesis	74
4.3 Reflejo de las encuestas	75
<b>CAPÍTULO V: PRESENTACION DE RESULTADOS</b>	<b>87</b>
5.1 Descripción de resultados	87

5.2 Contratación de Hipótesis	88
<b>5.3 Discusiones</b>	<b>93</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>97</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>99</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	100
<b>ANEXOS</b>	
Anexo 1. Matriz de Consistencia	106
Anexo 2. Instrumentos	108
Anexo 3. Base de datos	113

## Lista de Tablas

	Página
Tabla 1 Herramientas TIC más Influyentes en la construcción	27
Tabla 2 Operacionalización de las Variables 1	55
Tabla 3 Operacionalización de las Variables 2	55
Tabla 4 Confiabilidad cuestionario sobre tecnología BIM	67
Tabla 5 Confiabilidad cuestionario sobre productividad en Obras Retail	68
Tabla 6 Reflejo de encuestas, utilización de tecnología	75
Tabla 7 Utilización de la tecnología BIM para Elaboración De planos generales	76
Tabla 8 Utilización de la tecnología BIM para Elaboración De planos de detalles	77
Tabla 9 ¿Qué tan a menudo Cree Usted que existe Escasez de profesionales en diseño con conocimiento En BIM?	78
Tabla 10 ¿Cuenta con los planos y detalles de ingeniería Terminados?	79
Tabla 11 ¿En obras de Retail elabora una gran cantidad De RFI por Interferencias o incompatibilidades En los planos?	80
Tabla 12 ¿Cree Usted que la tecnología BIM Reduce Los costos de construcción?	81
Tabla 13 Compatibilización de planos en la etapa previa a La construcción. Fuente: Elaboración propia.	82
Tabla 14 ¿Cuenta con un staff encargado para metrados De la obra?	83
Tabla 15 Utilización de mayor cantidad de recursos de los Planificados al existir adicionales u órdenes de cambio	84
Tabla 16 ¿Con que frecuencia cumple la obra en el tiempo	

Establecido?	85
Tabla 17 ¿Disminuye su producción al encontrar incompatibilidad En campo?	86
Tabla 18 La tecnología BIM y obras Retail en Lima	87
Tabla 19 La tecnología BIM y la producción obtenida en la Productividad en obras Retail	88
Tabla 20 La tecnología BIM optimiza los recursos Utilizados en la productividad en obras Retail	89
Tabla 21 Correlación tecnología BIM y obras Retail	90
Tabla 22 Correlación tecnología BIM y la producción Obtenida en la productividad en obras Retais	91
Tabla 23 Correlación tecnología BIM y Recursos Utilizados en la productividad en obras Retail	92



## Lista de Figuras

	Página
Figura 1 Usuarios de BIM	22
Figura 2 El Palau San Jordi. Barcelona	28
Figura 3 Una de las Primeras Imágenes del Revit	32
Figura 4 Diseño de tijerales del open Plaza Pucallpa	33
Figura 5 Diseño de HVAC presentando los modelos de Servicios estructurales y construcción.	36
Figura 6 Variedad vs Volumen	47
Figura 7 Captura de Pantalla Real SPSS2	65
Figura 8 Captura de Pantalla Real 2 SPSS2	66
Figura 9 Utilización de la tecnología BIM para Elaboración De planos generales	76
Figura 10 Utilización de la tecnología BIM para Elaboración De planos de detalles	77
Figura 11 ¿Qué tan a menudo Cree Usted que existe escasez De profesionales en diseño con conocimiento en BIM?	78
Figura 12 ¿Cuenta con los planos y detalles de ingeniería Terminados?	79
Figura 13 ¿En obras de Retail elabora una gran cantidad De RFI por Interferencias o incompatibilidades En los planos?	80
Figura 14 ¿Cree Usted que la tecnología BIM Reduce Los costos de construcción?	81
Figura 15 Compatibilización de planos en la etapa previa A la construcción. Fuente: Elaboración propia.	82
Figura 16 ¿Cuenta con un staff encargado para metrados de la obra?	83
Figura 17 Utilización de mayor cantidad de recursos de los Planificados al existir adicionales u órdenes de cambio	84
Figura 18 ¿Con que frecuencia cumple la obra en el tiempo Establecido?	85

Figura 19 ¿Disminuye su producción al encontrar incompatibilidad En campo?	86
Figura 20 Diagrama de Burbuja La tecnología BIM y Obras Retail	87
Figura 21 Diagrama de Burbuja de la Tecnología BIM y la Producción	88
Figura 22 Diagrama de Burbuja de la tecnología BIM optimiza los recursos utilizados en la productividad en obras Retail.	89

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo general determinar qué relación existe entre la Tecnología Bim y la Productividad en obras Retail en el departamento de Lima. 2016. La población o universo de interés en esta investigación, está conformada por la población motivo de ésta investigación que estuvo conformado por 300 Ingenieros Civiles y Arquitectos, que laboran en obras Retail, con conocimientos en la Tecnología BIM en la ciudad de Lima, la muestra probabilística consideró 60 Ingenieros Civiles y Arquitectos, en los cuales se han empleado las variables: Tecnología Bim y Productividad en obras Retail. El método empleado en la investigación fue el hipotético-deductivo. Esta investigación utilizó para su propósito el diseño no experimental de nivel correlacional de corte transeccional, que recogió la información en un período específico, que se desarrolló al aplicar las encuestas de Tecnología BIM y la encuesta de Productividad en obras Retail de 30 preguntas cada una con escala de Likert, que brindaron información acerca de la relación que existente entre ambas variables. La investigación concluye que: El resultado de Rho de Spearman de 0.775, El cual sirve para saber si hay relación entre 2 variables (BIM y Productividad) indica que existe relación positiva entre las variables, se acepta la hipótesis general, Esto quiere decir que aplicando correctamente la Tecnología BIM en obras de Retail podemos mejorar la productividad, reduciendo gastos de tiempo, recurso, planificación. Por tanto se concluye que: La tecnología BIM optimiza la productividad en obras Retail.

## PALABRAS CLAVE

*Tecnología, BIM, Productividad, Retail.*

## **ABSTRACT**

This research has the overall objective to determine what relationship exists between BIM and Productivity in Retail works in the department of Lima. 2015. The population or population of interest in this research consists of the reason for this research population was consist of 300 civil engineers and architects, working in works Retail, skilled in the BIM Technology in Lima, the probabilistic sample consider 60 Civil and Architects, Engineers in which the variables have been used: Bim Technology and Productivity in Retail works. The method used in the research was the hypothetical-deductive. This research used for the purpose correlational no experimental design of transactional level court, which collected information over a specific period, which was developed by applying BIM technology surveys and survey works Retail Productivity 30 questions each with Likert scale, which provided information about that relationship between the two variables. The research concludes that: The result of Rho of Spearman 0.775, which is used to indicates that there is a positive relationship between the variables also lies in the level of high correlation and accepts the general assumption. This means that applying correctly BIM Technology in Retails woks we can upgrade the productivity, lowing cost in waste time, resource, and planificación. Therefore we conclude that: The BIM technology optimizes productivity Retail works in the Department of Lima.

## **KEYWORDS**

*Technology, BIM, Productivity, Retail.*

## INTRODUCCION

La tesis titulada “Tecnología BIM y la optimización de la productividad en obras Retail”. Lima. 2015, consta de cinco capítulos elaborados a partir de una amplia investigación y análisis del tema, dando como resultado conclusiones y sugerencias valiosas para nuestros propósitos.

En el primer capítulo planteamos y formulamos el problema, que contiene la descripción del mismo, la justificación, el planteamiento del problema, y los objetivos de la presente investigación. Así mismo justificamos las razones de la elaboración de nuestra tesis y también manifestamos las limitaciones que encontramos durante el desarrollo de la misma y que gracias a nuestra perseverancia logramos superar. Nos planteamos un objetivo general y dos específicos que tienen directa relación con las variables motivo de nuestra tesis.

En el segundo capítulo referente al marco teórico iniciamos con los antecedentes, hemos compilado conclusiones de tesis nacionales y extranjeros. Seguimos con las bases teóricas dando toda la información pertinente sobre la tecnología BIM y productividad en obra. Planteamos una hipótesis general y dos específicas siempre considerando las dos variables del tema de nuestra investigación, además hacemos una definición conceptual y operacional de las mencionadas.

En el tercer capítulo referimos a la metodología de la investigación. En cuanto al tipo de estudio es básico y por el diseño de estudio es de tipo descriptiva, correlacional y con enfoque cuantitativo. La población se delimita a los Ingenieros Civiles y Arquitectos que laboran en obra Retail con conocimientos en la Tecnología BIM en la ciudad de Lima. Haciendo total de 60 trabajadores; el método de investigación es hipotético deductivo; las técnicas es la encuesta, los instrumentos aplicados son cuestionarios, el método de análisis de datos se hizo a través de procesamiento y análisis de datos

En el cuarto capítulo se desarrolla la tesis como tal, aplicando encuestas de opinión a profesionales que han experimentado el Uso de la tecnología BIM para poder darnos cuenta desde sus puntos de vista cuan productiva es en obras de retail.

En el capítulo quinto se precisa la discusión de los resultados de la presente investigación, haciendo un cruce para el análisis, entre los antecedentes, las definiciones de las variables y dimensiones.

En el sexto capítulo se muestran las conclusiones a las cuales se arribó en el presente estudio. Podemos indicar que se han elaborado las recomendaciones, como un aporte significativo para mejorar las dificultades del problema que ha investigado en el presente estudio.

Finalmente se indican las referencias bibliográficas y los anexos correspondientes.

Los Autores

# **CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

## **1.1 Descripción de la realidad problemática**

En la actualidad el mundo de la construcción es uno de los negocios líderes en el país. Uno de los negocios que genera más movimiento de dinero así como ofertas laborales y que claramente se ve difícil que en algún momento se detenga debido al crecimiento continuo que estamos teniendo en los últimos años en el ámbito económico. Dicho esto, podemos separar el mundo de la construcción en dos grandes sectores: Las obras civiles (Construcciones en las que el protagonista es el concreto) como por ejemplo cascos de edificios multifamiliares, cascos de edificios administrativos, puentes, bypass, intercambios viales, represas, cascos de centros comerciales, estaciones de tren, etc. Y por otro lado las obras Retail (Construcciones en las que el protagonista son todas las especialidades en conjunto) valen decir, acondicionamiento de oficinas, centros comerciales, bancos, restaurantes de comida rápida, etc. En esta oportunidad nos vamos a centrar en este último sector, el cual como experiencia propia de ambos tesisistas, hemos identificado que son el tipo de obra en las que menos tiempo hay para ejecutarlas, debido a que son las que sales de forma más continua, y a su vez en las que más errores hay. Empezando por la incompatibilidad de planos, que es básicamente el primer inconveniente con el que nos encontramos en la fase de preparación para iniciar la obra y desde ya nos genera una pérdida de tiempo de los trabajadores de oficina técnica los cuales tienen que compatibilizarlos en compañía del staff de obra designado. Las probabilidades de que las compatibilizaciones se hayan solucionado al 100% son casi nulas, debido a que, en la mayoría de los casos, algunas incompatibilidades involucran un Rediseño el cual el cliente tiene que aprobar, esto nos hace ingresar a obra ya con dudas de por medio. Por otro lado tenemos la cantidad excesiva de RFI's (Request for Information) que se generan durante la ejecución de obras de este tipo, básicamente por falta de detalles, incongruencias entre realidad y planos (Por haber hecho un mal levantamiento), interferencias no detectadas, petición de cambio de cliente, etc

En algunos casos los RFI's, debido al tamaño de su impacto, conllevan un cambio considerable en el cual se ve involucrado la variable tiempo y costo, es entonces cuando se genera una orden de cambio con un nuevo presupuesto, el cual en la mayoría de los casos tarda en ser aprobado por parte del cliente. Debido al poco tiempo que se tiene para realizar estas obras "superintensivas" y en combinación a los problemas antes mencionados, la productividad del proyecto se ve altamente afectada, es por ese motivo que a través de esta tesis queremos dar a conocer la tecnología BIM y demostrar que dicha productividad se puede ver subsanada debido a los grandes aportes que nos brinda esta tecnología.

## **1.2 Formulación del Problema**

### **1.2.1 Problema principal**

En la actualidad, el tamaño de los nuevos proyectos de edificación e infraestructura, así como la complejidad de los mismos, los plazos solicitados por los clientes y los grandes capitales requeridos, requieren de la mejora en los procesos de planificación y gestión que permita mejor comunicación entre los grupos de interés del proyecto: el cliente, los inversionistas, las entidades financieras, la gerencia de construcción, el contratista general, los subcontratistas, los proveedores, los planificadores y los trabajadores, para de esta manera mejorar la productividad de obra la cual siempre se ve afectada en el 99% de proyectos.

*¿La tecnología BIM optimiza la productividad en obras Retail en el departamento de Lima?*

### **1.2.2 Problemas secundarios**

La presencia de defectos en la definición del diseño tiene su impacto durante la etapa de construcción y se arrastran hasta generar problemas de sobre utilización de recursos, ya que si no se toma la precaución de compatibilizar y optimizar los planos de las distintas especialidades se generarán cambios y adicionales que conllevan a lo anterior mencionado.

*¿La tecnología BIM optimiza los recursos utilizados en la productividad en obras Retail en el departamento de Lima?*



La adopción del modelo Diseño/Licitación/Construcción, es una de las causas y fuentes principales de los problemas de diseño ya que interrumpe las dos etapas más importantes para la entrega de proyectos, la de diseño y construcción, además de exigir una poca interacción y comunicación entre los demás especialistas encargados del proyecto por falta de liderazgo que busque la integración holística o total del proyecto. Esta situación obliga a la siguiente etapa, a construir el proyecto con errores de diseño, diseños incompletos, planos no compatibilizados (con interferencias entre especialidades) y documentación no consistente que mayormente son detectados y resueltos en campo en plena ejecución de la obra lo cual ocasiona una pérdida considerable en la productividad obtenida.

*¿La tecnología BIM optimiza la producción obtenida en la productividad de obras Retail en el departamento de Lima?*

### **1.3 Objetivos de la investigación.**

#### **1.3.1 Objetivo principal**

Se piensa que bajo la metodología BIM se puede trabajar de forma colaborativa y multidisciplinaria desde las etapas iniciales de un proyecto (conceptualización), lo que permite anticipar a posibles problemas costosos. Detectando y solucionando interferencias con BIM en la computadora se incrementa la productividad, reduciendo significativamente el costo que implicarían solucionarlas en obra.

*Determinar si la tecnología BIM optimiza la productividad en obras retail en el departamento de Lima.*

#### **1.3.2 Objetivo secundarios**

Se piensa que al utilizar la tecnología BIM se permite centralizar muchos procesos de diseño y construcción en una sola aplicación, permitiendo gestionar el proyecto de manera más eficiente con menos confusión y manteniendo la validez y confiabilidad de la información entre las distintas etapas del proyecto mejorando considerablemente la producción obtenida.

*Determinar si la tecnología BIM optimiza la producción obtenida en la productividad en obras Retail en el departamento de Lima.*

Se piensa que el modelamiento BIM es la mejor forma de prevenir, identificar lo que es caro, mostrar los grandes cambios antes que éstos destruyan algún presupuesto. Todos los sistemas principales del proyecto se pueden comprobar uno contra uno con un programa BIM, para así detectar interferencias. Una curva que se pueda evitar en el medio de una construcción, garantiza un manejo justo y necesario de los recursos establecidos.

*Determinar si la tecnología BIM optimiza los recursos utilizados en la productividad en obras Retail en el departamento de lima*

## **1.4 Justificación de la investigación**

### **1.4.1. Justificación Práctica**

Rivas (2012) define como una investigación tiene una justificación práctica:

Cuando su desarrollo ayuda a resolver un problema o, por lo menos propone estrategias que al aplicarse contribuirían a resolverlo. Los estudios de investigación a nivel de pregrado y de postgrado, en general son de carácter práctico, o bien, describen o analizan un problema o plantean estrategias que podrían solucionar problemas reales se llevaran a cabo. Cuando en un trabajo de grado se realiza un análisis económico de un sector de la producción, su justificación es práctica porque genera información que podría utilizarse para tomar medidas tendientes a mejorar este sector (p.2).

Cuando un trabajo de grado se orienta a conocer los factores de mejora de la productividad más utilizados en un determinado proyecto, su justificación es práctica, porque, al igual que en el caso del análisis del sector, la información sirve para actuar sobre el proyecto, para mejorar o realizar cambios que contribuyan a mejorar la producción.

### **1.4.2. Justificación Económica**

Martin (2009) define la justificación económica como:

Los impactos económicos también están definidos con cierta precisión. Se dispone de indicadores normalizados para

considerar la balanza de pagos de tecnología, el comercio de bienes de alta tecnología y, principalmente, la innovación tecnológica. Este se da por los recursos gastados en la investigación, o también por los recursos que se generaran después de realizar la investigación. (p.3).

Para el presente caso el gran beneficiado directo será la aplicación de la tecnología BIM, porque permitirá tener una mayor información a detalle acerca de los planos, detalles técnicos, metrados, lo que agilizará los procesos, implementación de estrategias, etc. Además se propondrá alternativas de solución a problemas los cuales redundarán económicamente en los proyectos de obras Retail. La contratista está condicionada a asumir el liderazgo para revisar y rectificar las deficiencias en los documentos contractuales de diseño en plena construcción, sacrificando tiempo-esfuerzo que le podría dedicar a la realización de actividades exclusivamente de producción, planificación, calidad y seguridad.

### **1.4.3 Justificación Técnica**

Alcántara (2015) Define las justificaciones como:

Deficiente interacción entre las etapas diseño-construcción al aplicar el modelo tradicional de desarrollo de entrega de proyectos Diseño/Licitación/Construcción. Deficiente proceso de colaboración, comunicación e integración entre los especialistas encargados del diseño e ingeniería en la elaboración de los documentos para la construcción (planos y especificaciones técnicas) durante la etapa de diseño. Presencia de incompatibilidades e interferencias en los documentos contractuales de diseño entre las distintas disciplinas o especialidades del proyecto, las cuales se detectan y corrigen en plena construcción de la obra, en la etapa menos indicada donde todo cambio, debido a estos problemas, tiene un mayor impacto en el costo y plazo de entrega. Ausencia de una metodología estructurada y planificada que permita mantener un control para

compatibilizar e integrar los documentos contractuales de diseño antes de llegar a la etapa de construcción. (p.16)

Proyectos de construcción cada vez más complejos que requieren un enfoque distinto de gestión de la información usando tecnologías y herramientas más eficaces. Lo que queremos aportar con esta investigación es dar a conocer una nueva tecnología que está siendo utilizada en grandes proyectos a nivel mundial y está siendo implementada en empresas renombradas, por su uso, utilidad y beneficios que genera la Tecnología BIM.

### **1.5 Limitaciones de la investigación**

En el proyecto de investigación tenemos una facilidad geográfica para encuestar empresas de la ciudad, las cuales se encuentran accesibles geográficamente, Con respecto a los recursos económicos el proyecto está siendo autofinanciada por los tesisistas, En la parte teórica el tema de investigación es algo nuevo y no muy conocido que muy pocas las empresas lo están implementando porque los paquetes informáticos son caros y también no hay muchos sitios que enseñen esta metodología en Perú, por lo que encontramos recursos bibliográficos de extranjero suficientes para el resultado del mismo, por el lado administrativo se debe coordinar con los directivos de las empresas constructoras de obras Retail en la localidad, los cuales pueden ser un poco cerrados y celosos con su información, lo cual nos limita el acceso para nuestras encuestas pertinentes.

Con Respecto a las limitaciones encontradas con la tecnología BIM, es una herramienta poco conocida en el país, tanto en las empresas constructoras como en las universidades que no la incluyen en su currícula de pregrado por lo que los egresados no saben del tema, otro problema es su alto costo de implementación tanto en la capacitación de profesionales, técnicos en los conocimientos BIM como en la implementación de los softwares y hardware necesarios para poder desarrollar la tecnología.

## 1.6 Viabilidad de la investigación

Rodríguez (2012), lo detalla como:

El uso de la tecnología BIM en los proyectos retail son viables debido a que obtenemos mejor coordinación. Cuando hay varios ingenieros y/o arquitectos trabajando sobre un mismo proyecto, la coordinación no es tan difícil como con los dibujos 2D. El software de BIM puede destacar interferencias en rojo, inmediatamente.

Se aumenta la productividad, menos horas – hombre. Esto se traduce a menores costos o en mejores honorarios así como la mejora del diseño y de la calidad de los detalles ya que con este sistema se puede dedicar más tiempo al diseño ya que se reduce el tiempo en que hay que pasar los bosquejos iniciales a CAD. Además, este sistema exige pensar y diseñar todos los detalles, ya que de no hacerlo, el modelo queda inconcluso.

Por otro lado es viable también debido al control de la información del proyecto. La base de datos de BIM, cuando se utiliza de una forma óptima se convierte en la fuente central para toda la información del proyecto, dando costos, cubicaciones, etc.

Abrir nuevos mercados para los ingenieros y arquitectos a través de la base de datos que en definitiva es el modelo que da lugar a nuevos servicios que los ingenieros pueden aprovechar, como por ejemplo estimar costos de forma más detallada, programar el manejo de la obra, o generar imágenes a partir de los modelos.(p.120).

Es viable para los ingenieros jóvenes aprender de la tecnología BIM ya que los programas al exigir mayor cantidad de detalle, obligan a los ingenieros que trabajan en grandes proyectos a tomar decisiones importantes, es decir, fuerza a estos ingenieros jóvenes encontrar respuestas inmediatamente, mejorar su habilidad de solución, lo cual en este rubro es primordial. Por último facilita la relación con el cliente ya que se le puede mostrar cómo va avanzando su obra en el 3D sin duda agregando un plus muy valorado.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes de la investigación.

#### 2.1.1. Antecedentes Nacionales.

Berdillana (2008). Tesis de Maestría: *Tecnologías informáticas para la visualización de la información y su uso en la construcción -los sistemas 3d inteligente*. Universidad Nacional de Ingeniería. Recuperado de; Biblioteca UNI.

El autor concluye que:

Las tecnologías informáticas para la visualización de la información en arquitectura, ingeniería y construcción están produciendo resultados favorables que evidencian técnica, calidad y progresivamente un menor tiempo de ejecución. Los estudios sobre la integración de medios digitales de manera general se inscriben en los procesos que se hallan dentro de las áreas de la visualización, automatización, diseño, fabricación digital, productividad. En diferentes partes del mundo, la integración de medios digitales en las profesiones ha sido gradual, progresiva y sin resistencia al cambio. Por el contrario, en la industria de la construcción, ha significado realizar grandes cambios en la estructura y en la cultura de las organizaciones, cambios que en nuestro país aún estamos intentando entender y asimilar.

- Capacidad de generar modelos 3D automáticamente de la planta y las secciones y viceversa permitiendo adelantar la documentación de la construcción, hacer estudios de diseño y al mismo tiempo preparar presentaciones para el cliente.

- El tiempo y esfuerzo empleados en la fase de la documentación se reduce por lo que el tiempo invertido en el proyecto aumenta. Los archivos integrados, permiten comenzar a introducir materiales y sistemas especializados en un punto más temprano de la fase del diseño. Se pueden mostrar los detalles en cualquier vista y hacer modificaciones porque cualquier cambio hecho en el proyecto será actualizado en todas las vistas.

- El modelo nos ayuda a profundizar los problemas y a tomar decisiones de diseño cuando el proyecto toma su forma.

- Información Integrada al Edificio. Los especialistas de la construcción que usan 3D CAD integrado, generan una variedad de informaciones valiosas del edificio, que se pueden usar en diferentes campos y servicios:
- Planteamiento, diseño y desarrollo del proyecto de ejecución.
- Creación de renderings, animaciones y escenas de realidad virtual.
- Dibujos de producción de planos, detalles y listados.
- Marketing del edificio.
- Gestión de espacios y usos.
- Estudios de post-ocupación y simulación de cambios de diseño.
- Análisis y visualización del comportamiento de los productos durante el ciclo de vida del edificio.
- Proveer datos para el análisis estructural de elementos.
- Modelo 4D.

Modelo integrado de información para la construcción (BIM). El BIM integra múltiples soluciones para las distintas disciplinas, como la arquitectura, la ingeniería estructural, la ingeniería de instalaciones sanitarias-eléctricas-mecánicas y la construcción, mejorando la colaboración entre las distintas disciplinas. La capacidad multidisciplinaria de un modelo BIM tiene por finalidad obtener información acerca de la construcción en un formato inteligente, que puede ser usado para el análisis de datos y la simulación. BIM es una tecnología con múltiples aspectos como: la coordinación, la colaboración, la producción automatizada del dibujo, objetos inteligentes, simulación detallada de los resultados, la interoperabilidad y así sucesivamente.

Tiene la capacidad de apoyar el diseño conceptual preliminar del modelado, es decir; tener el modelado conceptual dentro del BIM de manera que exista una conexión entre el diseño conceptual y el posterior desarrollo del proceso de diseño, asimismo; capacidad de generar renderings y animaciones. Al mismo tiempo, los modelos son más inteligentes y más eficientes (generan dibujos desde los modelos), con objetos inteligentes para mantener la asociatividad, conectividad y las relaciones con otros objetos. Reduce la mano de obra tradicional del CAD y la integración directa con el análisis de costos, presupuestos, mano de obra, planificación, programación, 4D.

Vladimir (2013). Tesis de Pregrado: *Metodología para minimizar las deficiencias de diseño basada en la construcción virtual usando tecnologías*. Universidad Nacional de Ingeniería. Recuperado de; Biblioteca UNI. El autor concluye que:

En proyectos de edificaciones, desarrollados según el modelo tradicional de entrega de proyectos Diseño/Licitación/Construcción, los documentos de diseño e ingeniería son elaborados en la etapa de diseño por arquitectos, consultorías y proyectistas de ingeniería, desempeñando un papel importante en los proyectos de construcción ya que trasladan las necesidades y requerimientos del cliente en planos y especificaciones técnicas. Estos documentos, al contener toda la información necesaria para llevar a cabo la construcción, sirven de base durante el proceso de licitación y posteriormente se entregan a la empresa contratista como documentos oficiales para que comience con la ejecución. En una situación ideal, los documentos contractuales del proyecto de construcción deberían estar completos, precisos, sin conflictos y ambigüedades, pero desafortunadamente esto es raramente encontrado y muy a menudo la contratista empieza la construcción con documentos incompatibles, erróneos e incompletos, requiriendo, por consiguiente, clarificaciones que tienen que ser respondidas por los proyectistas y diseñadores en pleno proceso de construcción. Cuando se da este caso, es esencial que la información sea entregada a la contratista eficientemente y sin retrasos, de lo contrario podría influir en la eficiencia durante el desarrollo del proyecto.

Se define deficiencia de diseño como “alguna deficiencia en los planos o especificaciones”. Las más comunes deficiencias de diseño se clasifican en tres tipos: (1) Conflictos o discrepancias entre los planos y especificaciones de los documentos contractuales, (2) Errores y conflictos de coordinación interdisciplinaria, (3) La falta de constructabilidad.

Basado en esta clasificación y con la finalidad de manejar estadísticas más recientes y ajustadas a nuestra realidad se realizó un estudio para clasificar las deficiencias en los documentos de diseño/ingeniería encontradas durante la construcción de cinco proyectos de edificaciones construidos en la ciudad de



Lima. Para ello fueron analizados las consultas que se emiten y responden por la vía formal contratista-gerencia, analizado una muestra de 2104 observaciones encontradas dentro de 1406 Solicitudes de Información (RFI). En efecto, se encontró que el mayor porcentaje de consultas emitidas a través de RFI están relacionadas a “Deficiencias en los documentos de diseño/ingeniería”, siendo un buen indicador de los tiempos que usualmente una empresa constructora invierte

en revisar toda la información contractual del proyecto buscando resolver las deficiencias encontradas en los planos y especificaciones técnicas que se presentan debido a una inadecuada representación gráfica bidimensional 2D, a la falta de detalles, incompatibilidades o a una deficiente integración con los planos de las demás especialidades, sacrificando tiempo-esfuerzo que podrían ser dedicadas a la realización de actividades exclusivamente productivas.

Para aliviar este problema, se plantea una metodología con procesos y herramientas basados en el uso de modelos tridimensionales BIM-3D que facilitan el proceso de visualización y compatibilización de los documentos de diseño anticipándonos a la construcción real del proyecto, de esta manera el enfoque de esta metodología se centra en la premisa de construir dos veces. Siendo la primera la denominada “construcción virtual”, en donde identificaremos y minimizaremos las deficiencias en los documentos de diseño e ingeniería y la optimizaremos mediante revisiones de constructabilidad, introduciendo en los modelos todos los cambios que sean necesarios. La segunda, la construcción real y definitiva, en donde ya minimizamos las deficiencias de diseño, en donde la contratista podría aumentar esfuerzos en temas de planificación, producción, control y seguridad.

El modelo BIM podría decirse que es la evolución del diseño asistido por computadora CAD que sólo usa líneas, arcos y símbolos bidimensionales 2D para representar objetos geométricos. En cambio un software BIM utiliza objetos 3D inteligentes con información paramétrica como el área, volumen, etc. El BIM como tecnología es muy nueva en el Perú, tan sólo pocas empresas vienen incorporándolo dentro de sus procesos de diseño y/o construcción. A falta de estadísticas para contar con casos prácticos de

aplicación e implementación de estas tecnologías, uno de los objetivos de esta investigación fue la de estudiar su uso y aplicabilidad adaptadas a las condiciones de gestión de los proyectos a nivel local. Para ello se exploraron algunas aplicaciones del BIM durante la etapa de construcción del Edificio Educativo Universidad del Pacífico, considerado como el primer proyecto demostrativo en GyM S.A. en el uso de modelos BIM.

Salinas (2014). Revista Sinergia UPC: *Implementación de BIM en proyectos inmobiliarios*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Revistas UPC. El autor resume que:

Debido al importante crecimiento de la demanda de viviendas; las empresas inmobiliarias y constructoras se han visto en la necesidad de acelerar sus procesos de diseño y construcción, para lograr introducir sus productos al mercado en el más corto tiempo. Esto ha ocasionado que muchos proyectos se desarrollen con una serie de deficiencias como son, falta de detalles, incompatibilidades, cruces entre especialidades e inconsistencias que generan problemas que van a repercutir durante el proceso de construcción como por ejemplo: cantidades importantes de RFI's., trabajos rehechos, demoras en las entregas, etc. que impactan en la calidad, costo y plazo del proyecto.

En este contexto BIM se presenta como una propuesta importante en la gestión de diseño y construcción a través de la representación digital de un producto (modelo) que es desarrollado colaborativamente, es decir es un enfoque totalmente nuevo para la práctica y la promoción de las profesiones que requiere la implementación de nuevas políticas, contratos y relaciones entre los involucrados del proyecto (McGraw-Hill Construction 2007).

.Para implementar BIM y obtener sus beneficios se debe cambiar el enfoque de la gestión de los proyectos, Succar (2009) propone un marco que permite que los involucrados; que forman parte de la industria de Arquitectura, Ingeniería, Construcción y Operaciones (AECO); entiendan los campos de acción de BIM, sus etapas de implementación y los objetivos que se deberían alcanzar con su implementación. Con el objeto de demostrar que BIM es aplicable y beneficioso, se presenta una propuesta de implementación en una empresa inmobiliaria y constructora, en la que se tiene en cuenta a los involucrados

desde etapas tempranas en torno al modelo desarrollado colaborativamente por la misma organización, así como las métricas de mejoras obtenidas de su implementación.

### **2.1.2. Antecedentes Internacionales**

Aliaga (2012) Tesis de Pregrado: *Implementación y Metodología para la elaboración de modelos BIM para su aplicación en proyectos industriales multidisciplinarios*. Universidad de Chile. Biblioteca UC. El autor concluye que:

En todo proyecto de ingeniería, el proceso de cómo va evolucionando el trabajo condiciona en parte el éxito del proyecto. A lo largo de los años, la complejidad de los proyectos ha ido en aumento y por lo tanto la cantidad de personas participantes para poder desarrollarlos también ha crecido, fomentado, entre otras razones, por la tecnología existente para poder llevarlos a cabo.

Durante el desarrollo del proyecto, la etapa de diseño tiene una mayor relevancia, ya que en ella se produce el mayor intercambio de ideas y modificaciones que condicionan la futura construcción del mismo. Gracias a la tecnología BIM, se puede tener un mejor control del proyecto completo en cada una de sus etapas, teniendo un buen acceso y manejo de la cantidad de información necesaria al nivel que se desee. Se trabaja en base a un modelo virtual con la información del proyecto de cada especialidad, logrando mejorar la manera en que se diseña.

En este trabajo de título se proyecta una metodología adecuada para implementar BIM en una empresa de ingeniería de proyectos industriales que comprenda la integración de múltiples disciplinas, con el fin de crear el proyecto en base a un modelo virtual que lo represente y por lo tanto logrando mejorar la coordinación y comunicación de las distintas especialidades que participan, generando de esta manera un flujo de trabajo colaborativo del diseño del proyecto.

Para lograrlo se realizó un estudio de documentación existente de diferentes entidades especializadas en esta tecnología, y en forma paralela se documentó el trabajo de una empresa especializada en el rubro especificado. Además, se evidenció el modo de implementación que ha habido en distintos casos

nacionales y en diferentes rubros, con tal de identificar tanto buenas prácticas como similitud de errores entre ellos.

Con esta información, se realizó una modificación el proceso actual acorde a la implementación y forma de trabajo en base a plataformas BIM, obteniéndose una metodología de trabajo para elaborar modelos en proyectos industriales, enfocado al trabajo conjunto y coordinación durante la etapa de diseño.

Gómez (2013). Tesis de Pregrado: *Interacción de procesos BIM sobre una vivienda del movimiento moderno. La Ville Savoye*. Escola Universitaria de Arquitectura Tecnica. El autor Resume que:

En los últimos años ha irrumpido con fuerza un nuevo método de trabajo en la industria de la arquitectura, ingeniería y construcción. Se llama BIM y está llamado a ser el futuro salto de calidad en el sector. En este Trabajo Fin de Grado (TFG) se analizará el modelo digital del edificio desde sus orígenes, viendo cómo surge la idea y su desarrollo por diferentes vertientes analizado a nivel mundial.

Más adelante, y basándonos en la creación de un modelo digital, analizaremos diferentes facetas que el BIM presenta en la actualidad, para poder entender toda su dimensión y el alcance que los procesos BIM pueden tener en un futuro cercano. El modelo a analizar será la Villa Savoye, proyectada y ejecutada en realidad por Le Corbusier en 1929.

Se realiza una aproximación al estado actual del BIM en España y a nivel internacional, y las previsiones de futuro.

Montellano (2015). Tesis de Maestría: *Procesos de implementación de Tecnologías BIM y diseño bajo las mismas en empresas de Ingeniería*. Fundación Universitaria Iberoamericana. El autor concluye que:

Dadas las características de la ICIA, su ritmo de crecimiento y las solicitudes a las que está expuesta: menores costos, menor tiempo, mayor calidad, mayor seguridad. Es innegable la necesidad de implementar otro sistema de trabajo distinto al tradicional. Las tecnologías BIM son la respuesta a esta necesidad sin embargo no pueden ser vistas como una máquina que simplemente se enciende y resuelve el problema. Estas tecnologías han puesto en evidencia

las graves falencias a nivel general de la industria de la construcción. En las condiciones actuales la ICIA es una industria muy poco productiva y con una gran cantidad de desperdicio que no aprovecha bien las herramientas que tiene a su disposición, esto en gran parte debido a la poca colaboración entre las distintas partes involucradas y a un modelo de negocio obsoleto. Aunque su sistema de generación de ganancias todavía es eficiente este puede mejorar y traer una gran cantidad de beneficios a los empresarios. Estas tecnologías tienen su fundamento en un concepto muy sencillo, anticiparse a la construcción. Las tecnologías BIM son para los propietarios e ingenieros algo así como los simuladores de vuelo para pilotos y compañías aéreas. Permiten medir el desempeño en condiciones controladas y plantear escenarios problemáticos para ser resueltos y evitados. Lamentablemente, si nos mantenemos con el ejemplo anterior, en este “simulador de vuelo” no existen un piloto y un copiloto, existen muchos pilotos y todos quieren hacer las cosas como mejor les parece. Si estos pilotos no aprenden a comunicarse entre sí y a trabajar como equipo, lo más probable es que el “avión” (proyecto de construcción) se estrelle de manera irremediable y con la pérdida de todos los tripulantes y la aeronave.

## **2.2 Bases teóricas.**

### **2.2.1. Bases Teóricas de la Variable 1 Tecnología BIM.**

#### **Definición de la Tecnología BIM**

Eastman (2011) describe BIM como:

Una tecnología de modelado y un conjunto asociado de procesos para producir, comunicar y analizar modelos de edificaciones. Estos modelos son caracterizados por:

Componentes de la edificación: que son representados mediante representaciones digitales (objetos) que tienen gráficos computables y datos que los identifican en los software así mismo tienen reglas paramétricas que les permiten ser manipulados de una manera inteligente. Componentes: que tienen data que describen como éstos se comportan que son útiles para análisis.

Datos constantes y no redundantes de tal manera que los cambios a los datos del componente son representados en todas las vistas del componente y en todas las partes a las que está unido. Data coordinada tal que todas las vistas de un modelo son representadas en una manera coordinada. (p.21).

Define BIM como un modelo digital y tridimensional vinculado a una base de datos de información del proyecto.

NBIMS (2007). El National Building Information Modelling, define BIM: “Como una representación de características físicas y funcionales de una instalación. BIM es un recurso de conocimiento compartido para obtener información sobre una instalación formando una base confiable para decisiones sobre su ciclo de vida, definido desde la concepción hasta la demolición”. (p.34).

Building Information Modelling es el proceso de generar y manejar información acerca de un edificio durante todo su ciclo de vida. Esta información se crea y maneja en una base de datos inteligente y tridimensional, que se mantiene actualizada en tiempo real con cada cambio que se efectúa en el proyecto.

GSA (2014). General Service Administration de los Estados Unidos dice que:” BIM es el desarrollo y uso de un software multifacético de computador para no sólo documentar un diseño de construcción, sino para simular la construcción y operación de una nueva instalación o de una instalación modernizada” (p.124).

El BIM resultante es una representación digital rica en data, basada en un objeto, inteligente y paramétrica de la instalación, de la cual vistas apropiadas a varias necesidades de los usuarios pueden ser extraídas y analizadas para generar retroalimentación y mejoramiento del diseño de la instalación.

Hardin (2009) describe a BIM como:

Un proceso y software; y lo explica de la siguiente manera  
“Muchos creen que una vez que han comprado una licencia para

un software BIM pueden sentar una persona en frente de la computadora y están haciendo BIM. Y lo que no se dan cuenta que BIM no sólo significa usar un software de modelado tridimensional sino también la implementación de una nueva forma de pensar. (p.11)

El proceso que se enfoca en el desarrollo y uso de un modelo generado por computadora para simular el planeamiento, diseño, construcción y operación de una instalación.

McGraw-Hill Construction (2007), BIM puede significar:

Diferentes cosas para diferentes profesionales. El término no es sólo definido de diferentes maneras de acuerdo a determinadas profesiones, pero también hay confusión en tres niveles diferentes. Algunos podrían decir BIM es una aplicación de software, otros, un proceso para el diseño y documentación de información de edificios, y otros más podrían decir que es un enfoque totalmente nuevo para la práctica y la promoción de las profesiones que requiere la implementación de nuevas políticas, contratos y relaciones entre los involucrados del proyecto. (p.66).

El uso de la metodología BIM se debe entender exactamente como lo dice su nombre, una metodología. No está basado simplemente en la creación de un modelo con características como las recién señaladas, sino que es un procedimiento completo en que se debe desarrollar una forma de trabajo diferente a la utilizada actualmente en el desarrollo de proyectos.

Aliaga (2012) define BIM como:

BIM (Building Information Modeling) o VDC (Virtual Design Construction) comprende el proceso de generación y gestión de información de un proyecto de construcción durante sus diferentes etapas, ya sea desde el inicio en la fase de diseño o en su coordinación y planificación de construcción, basado en una plataforma virtual. El término VDC engloba el proceso

completo más allá del modelo en sí, pues se refiere al uso que se le da al modelo BIM que se crea para el proyecto. Está regido por datos estandarizados, permitiendo la interoperabilidad del modelo con los distintos participantes de un proyecto. Debido a que posee una gran facilidad de modelamiento paramétrico, es posible tener una representación virtual con datos necesarios para automatizar la gestión, por lo que cuenta con la ventaja de poder realizar planificación de obras y su visualización de construcción en tiempo real, logrando dar una visión más cercana de lo que se obtendrá como producto una vez finalizado, transformándose en una pre-construcción del proyecto en su totalidad. Si se desea hacer una maqueta virtual de un proyecto, esta maqueta puede tener distintos atributos dependiendo de los alcances y objetivos que se hayan planteado resolver al momento de su diseño, y por lo tanto es importante tener claramente identificados estos puntos al comenzar a desarrollarlo. Estos atributos están definidos principalmente por lo solicitado de parte del cliente, como también lo determinado para desarrollar internamente en cada disciplina que participe en el proyecto. Es importante utilizar inteligentemente esta metodología de trabajo, y por sobre todo aplicar un procedimiento ordenado en su implementación, puesto que la comunicación y principalmente la coordinación de las distintas especialidades durante todo el proceso de diseño juega un rol fundamental para el éxito en la implementación completa de BIM. Podemos entender la metodología como un método innovador que facilita la comunicación entre los sectores de ingeniería, arquitectura y construcción, que logra generar e intercambiar información de manera eficiente y además crear representaciones digitales de las fases del proceso de construcción del proyecto. Al trabajar con objetos paramétricos inteligentes, se cuenta con una base de información que entrega



tanto datos geométricos como materialidad, resistencia y otros, que le dan un valor agregado a los elementos, transformando una representación gráfica en una representación virtual siendo en conjunto un modelo con condiciones reales del proyecto. Además, la ventaja de esta parametrización de los elementos, es que al cambiar sus propiedades se logra cambiar rápidamente su geometría, tarea extremadamente ventajosa al comparar con programas de diseño tradicionales basado solamente en representación gráfica.(p.165).

Para propósitos de este proyecto de investigación podemos definir la tecnología BIM como proceso de generar información en una base de datos inteligente y tridimensional, que se mantiene actualizada en el tiempo real con cada cambio del proyecto, para el diseño, construcción y mantenimiento de un proyecto para un mejor manejo de información, comunicación (Ver. Figura 1), planeamiento, chequeo de interferencias, ingeniería ocurrente/ diseño colaborativo, marketing, chequeo de conformidad.



Figura 1. Usuarios de BIM, Fuente: Presentación BIM.ppt Arq. Hyrum Jacay

## **Importancia de la Tecnología BIM**

Aschraft (2007). En base a lo revisado se tienen los siguientes beneficios:

- Visualización de forma (para estética y evaluación funcional): BIM puede renderizar los diseños con cierto grado de realismo, haciendo los diseños de edificaciones más accesibles a los involucrados que no tengan conocimientos técnicos.
- Rápida generación de múltiples alternativas de diseño: Los diseñadores pueden manipular eficientemente la geometría manteniendo la coherencia del diseño.
- Uso de la data del modelo para el análisis predictivo del desempeño de la edificación: Algunos software BIM tienen herramientas de análisis de ingeniería (elementos finitos y análisis de energía), estimación de costos de construcción, etc.
- Mantenimiento de la información y la integridad del diseño del modelo: Esto es porque las herramientas BIM almacenan cada pieza de información una vez, sin tener que almacenar la información en múltiples dibujos o vistas. Asimismo, también se puede identificar y eliminar las incompatibilidades físicas entre elementos del modelo.
- Generación automática de dibujos y documentos: con sólo algunos datos de entrada se pueden tener dibujos y documentos de manera automática. Asimismo, si se hacen cambios en el modelo, éstos se actualizan en los dibujos y documentos.
- Colaboración en el diseño y la construcción: Esto se da de manera interna y externa. En la primera, múltiples usuarios dentro de una organización editan el mismo modelo de manera simultánea; y en la segunda, se pueden compartir vistas no editables del modelo.
- Rápida generación y evaluación de alternativas de planes de construcción: Se tienen numerosos paquetes para la visualización 4D de las programaciones.

- Comunicación basada en objetos en línea /electrónicos: Se permite la visualización de los procesos y productos usando gráficos para dar la información a los trabajadores en las obras.
- Estimaciones: El software contiene información para generar cantidades de materiales; estimaciones de tamaños y áreas; productividad; costos de materiales. Esto evita que se procesen manualmente las cantidades y asimismo, las informaciones de costos acompañan a los cambios en los diseños. (p.23)

Los modelos pueden ofrecer detalles constructivos e información para fabricación. Esto reduce costo puesto que la fabricación puede hacerse de manera más precisa. Puede detectar los conflictos internos, la solución puede ser probada para ver si se resuelve el problema y determinar si se crea otra.

### **Usos de la Tecnología BIM**

Azhar (2008) Los usos de BIM de acuerdo son los siguientes:

- Visualización: pueden generarse fácilmente representaciones 3D en casa con poco esfuerzo.
- Planos para fabricación/compra: es fácil generar planos para compras para varios sistemas de edificación, por ejemplo: el plano sistemas de conductos colgantes metálicos puede ser generado una vez que el modelo está terminado.
- Gestión de instalaciones: los departamentos de gestión de instalaciones pueden usar BIM para remodelaciones, planeamiento del espacio y mantenimiento de operaciones.
- Estimación del costo: los softwares BIM tienen funciones para estimar los costos de lo que se construirá. Las cantidades de material son automáticamente extraídas y cambiadas cuando los cambios son hechos en el modelo. (p.79)

Secuenciamiento de la construcción: un modelo BIM puede ser usado para crear plazos de entrega para los elementos del proyecto. Detección de

conflictos, interferencias y encuentros: BIM ayuda en la inspección visual para todas las interferencias y encuentros, así como para reducir conflictos. Cambios en el modelo a tiempo real en la etapa de construcción, Mejor visualización en la ingeniería de detalle,-Simulación del proceso constructivo en 4D.

### **Características de la tecnología BIM**

Businesswire (2007) nos indica que:

Las 19 características de BIM, por orden de importancia para son:

1. Total soporte para la producción de documentos de obras de construcción de manera tal que no se requiera el uso de otra aplicación de dibujo
2. Objetos inteligentes que mantienen asociatividad, conectividad y relaciones con otros objetos
3. Disponibilidad de bibliotecas de objetos
4. Capacidad de soportar procesos de trabajo distribuido con distintos miembros de un equipo que trabajan en el mismo proyecto
5. Calidad de la ayuda y documentación complementaria, tutoriales y otros recursos de aprendizaje
6. Capacidad para trabajar en grandes proyectos
7. Instalación, gestión y coordinación automatizadas, reduciendo las tareas tradicionales de gestión CAD
8. Capacidad multidisciplinaria que sirve para arquitectura, ingeniería estructural y MEP
9. Capacidad para soportar modelado de diseño conceptual preliminar
10. Integración directa con aplicaciones de presupuestación de costos
11. Soporte de tareas relacionadas con la construcción, tales como cálculo detallado de las cantidades de obra, estimados y programación 4D

12. Integración directa con aplicaciones de análisis de energía
13. Extensibilidad y personalización de la solución
14. Integración directa con aplicaciones de análisis estructural
15. Integración directa con aplicaciones de gestión de proyectos
16. Compatibilidad con IFC
17. Número de desarrolladores terceros que desarrollan aplicaciones suplementarias para la herramienta
18. Capacidad incorporada de generar rendering fotorrealísticos y animaciones
19. La posición de liderazgo en términos de cuota de mercado del proveedor que ofrece la solución BIM (p.3)

A comparación de CAD el BIM (Modelamiento de información para la construcción) es una herramienta tecnológica que permite dibujar el proyecto en 3D, almacenando una base de datos de toda la información, con la cual podemos visualizar el proyecto en toda su magnitud, identificando cantidad exacta de materiales a utilizar, elaborando un planeamiento de trabajo y evitando interferencias a la hora de construir.

### **Enfoques de las Tics en Ingeniería Civil**

Alcántara (2013, Cita a Colwell ,2008) define que:

Hace muchos años se viene experimentando en el mundo una revolución tecnológica, con el desarrollo de herramientas que permiten integrar, a los procesos tradicionales de construcción, tecnología que permita hacer más eficiente el manejo de los proyectos. Elaboró un estudio sobre la influencia de las TIC en la mejora de la productividad para megaproyectos de construcción. Para ello utilizó la herramienta de productividad desarrollada por McTague/Jergeas (2002). Esta herramienta divide la gestión de los proyectos de construcción en 14 componentes claves y a los cuales se les ha asignado un peso expresado en forma de porcentaje para especificar el grado de importancia de dicho

componente. Como conclusión Colwell determina, basado en opiniones de expertos y su propia experiencia, las siete herramientas TIC más influyentes para la industria de la construcción, los cuales son mostrados en la Tabla 1. Asimismo, el estudio también identifica los beneficios de las herramientas TIC en las diversas fases de los procesos de diseño y construcción. En este estudio, Daniel Colwell, identificó al modelado 3D y 4D como una de las herramientas TIC que pueden ser aplicados a la construcción dando beneficios y mejoras en la administración de: la programación, planeamiento del trabajo, calidad, seguridad, y comunicación. Colocándose en el segundo componente TIC para la industria de la construcción más influyente con respecto a su aporte como herramienta de productividad. (p.28).

Las TIC (véase tabla N°1) han ido transformando y complementando al proceso clásico de diseño. El CAD ha ido sustituyendo al papel y las maquetas de cartón de finales de los 70, para convertirse en una herramienta fundamental e imprescindible, hasta el punto que todavía hoy en día sigue siendo la herramienta profesional más extendida y conocida en el sector AEC gracias, en parte, al avance y abaratamiento de las computadoras personales. El CAD se puede combinar con otras tecnologías (como CAM3) para hacer un desarrollo integral de un proyecto desde su fase de diseño hasta su producción en línea, con lo que consigue un ahorro en el tiempo de desarrollo del proyecto. CAD/CAM se utiliza tanto para el diseño de un producto y para el control de procesos de fabricación. Las geometrías en el dibujo CAD se utilizan por parte del programa CAM para controlar una máquina que crea la forma exacta que fue dibujada.

N°	Herramienta TIC	Peso
1	Software de Gestión de Proyectos	85%
2	Modelado 3D y 4D	77%
3	Computación móvil	73%
4	Software para planeamiento y programación de obras	71%
5	Sistemas ERP	66%
6	Hojas de asistencia web	38%
7	RFID y código de barras	32%

Tabla N°1. Herramientas TIC más influyentes en la construcción (Daniel Colwell, 2008)

Gómez (2013, cita a Vázquez, 2001) Según explica:

La incorporación integral de los procesos informáticos al diseño y fabricación rompe con los límites formales de las estructuras posibilitando la concepción y construcción de tipologías irrealizables tan sólo hace unos años. El estadio de Split en Croacia, constituye probablemente el primer ejemplo de importancia en la aplicación del CAD a esta tipología. El Palau San Jordi (ver figura N°2) del arquitecto Arata Isozaki muestra la máxima expresión del empleo del CAD, CAM y CNC4, en todo el proceso de definición geométrica, cálculo y construcción de una malla espacial. (p.13).

Gracias al nuevo software y TICS que se vienen desarrollando, cada día se pueden realizar proyectos de construcción cada vez más complejos tanto estructural como arquitectónicamente, que hace unos años nos hubiera parecido imposible construir por sus formas no tradicionales.



*Figura 2 - El Palau San Jordi. Barcelona. Fue construido utilizando herramientas CAD/CAM. Fuente: Tesis doctoral José A. Vázquez Rodríguez*

Schmitt (1991) escribe sobre esto:

La información se está convirtiendo en una de las principales herramientas y debe ser declarada como una nueva dimensión de la arquitectura. Esta información se puede clasificar en cuatro categorías:

- La información que está en la memoria del proyectista y que influye directamente en su proyecto.
- La información externa que se formaliza a través de referencias externas.
- La información generada en el proceso de proyecto y construcción en sí mismo.
- La información que surge durante la vida útil del proyecto. (p.21)

Esta declaración muestra cómo las TIC juegan un papel clave en la sociedad actual y se irradia por todos los campos. En arquitectura, se potenciaron nuevas formas de diseño, creando nuevas oportunidades. Estas herramientas afectan igualmente a la vida cotidiana de las personas y, en consecuencia, a las hipótesis de diseño. Todo esto no se puede entender sin el desarrollo llevado a cabo por el sector de la industria del software. En este campo, podemos resaltar varios procedimientos y trabajos que, junto con los estudios que se realizaban al mismo tiempo, y que ya hemos visto anteriormente, se combinan para ir obteniendo resultados cada vez más significativos. Actualmente hay un buen número de aplicaciones BIM en el



mercado, a pesar de que se trata de un tipo de software costoso de desarrollar y que precisa de mucho servicio post venta. En general, todas llevan muchos años en el mercado, con excepción de aquellas que están desarrollándose de la mano de grandes compañías de CAD genérico, que tienen una historia más corta. Antes de realizar una numeración de las aplicaciones diferenciaremos entre dos grupos, las aplicaciones BIM nativas y las aplicaciones BIM implementadas.

## **Rucaps**

Gómez (2013). Define qué:

A finales de la década de los 70 nace RUCAPS, uno de los primeros sistemas de CAD que se hizo importante debido a su temprana aparición y consecuente expansión. El proyecto lo desarrollan el Dr. John Davison y el Dr. John Watts para GMW Computers, en Londres, mientras trabajaban en un proyecto para la Universidad de Riad. Su nombre procede del acrónimo de la frase inglesa 'Really Universal Computer Aided Production System' (sistema de producción asistida por ordenador realmente universal). En RUCAPS toda la información está coordinada, y si un elemento se cambia en planta, también se modificará la vista de alzado. También tiene la capacidad, no sólo para representar los planos, sino que también permite el diseño del modelo geométrico. Puede estructurar el proyecto en componentes, capas, y es capaz de crear cortes de sección del proyecto.

Un auténtico avance si tenemos en cuenta el desarrollo de las computadoras de la época. (p.17).

Las desventajas de este temprano sistema 3D están en su falta de flexibilidad para producir las formas geométricas complejas, el alto costo y la velocidad lenta del sistema. Algunas de las principales ideas de RUCAPS se pueden encontrar en el software BIM actual, como de Autodesk Revit, TriForma de Bentley, ArchiCAD, así como Digital Project de Gehry Tech.

## **Intergraph Corporation**

Gómez (2013). Cita qué:

La empresa Intergraph Corporation crea, en 1986, el software Master Architech, también conocido como M-Arch. Comienza como una herramienta de diseño avanzado e integrado para dibujar y redactar proyectos de arquitectura. Usa 'objetos inteligentes', describiendo y almacenando operaciones gráficas y datos descriptivos en cada objeto. (p.18).

Es un principio de software BIM que nace y se extiende en Estados Unidos de la misma forma que lo hace RUCAPS en Reino Unido, Anchrion en Francia y Brics en Bélgica.

## **Revit**

Gómez (2013). Define a Revit como:

La historia de Revit empieza en 1997, cuando dos trabajadores de Parametric Technology Corporation, Leonid Raiz e Irwin Jungreiz, crean una empresa llamada Charles River Software para resolver lo que ellos pensaban que era la ausencia de una plataforma de modelado paramétrico para la arquitectura. Así pues lanzan un producto (en fase de desarrollo), que permite crear muros e insertarle puertas y ventanas, apenas puede hacer algo más. Aun así, cabe destacar que fue uno de los primeros intentos de crear una herramienta paramétrica de software desde el sector de la arquitectura para el sector de la arquitectura. En 1999, y después de unir a más gente a su empresa, deciden cambiar el nombre del proyecto al de 'Revise Instantly' (revisión instantánea), más conocido hoy día por su nombre corto, Revit. La empresa cambia así su nombre al de Revit Technology Corporation y, cuatro versiones después (en el 2002), es comprada por Autodesk Inc. El gran éxito de este programa fue la idea de su concepción, ya que a medida que se trabaja gráficamente, dibujando el edificio, el modelo de construcción paramétrico capta información sobre el desarrollo del proyecto de construcción de otros dibujos y

documentación. Como resultado, la información adicional se crea simultáneamente y permite a los profesionales de la construcción cuantificar el alcance de los contenidos de un proyecto y materiales. El programa usa un archivo único que contiene toda la información del proyecto, incluidas las vistas, las láminas y las bibliotecas de objetos paramétricos. De todas las aplicaciones BIM, es la que está más orientada hacia la tecnología de modelos de información, disfrutando de una estructura interna muy coherente en la que cualquier elemento del proyecto es tratado de manera similar. Por otra parte, dispone de una interface gráfica parametrizada, al estilo del software especializado, que le permite modelar cualquier elemento con independencia de su uso. También disfruta de herramientas que le permiten establecer determinadas relaciones asociativas entre objetos, sean del tipo que sean. (p.18).

Revit con el logo como se puede apreciar en la figura N°3, es el software más utilizado en el Perú por los arquitectos, para hacer un modelo 3D del proyecto porque su interface rápida, y comandos más eficientes.



Figura 3 - Una de las primeras imágenes del Revit 1.0 en funcionamiento. Fuente: <http://revit.in> - Acceso: Abril de 2013

## Tekla

Gómez (2013). Define qué:

Otro desarrollador importante comenzó sus andanzas en 1966, en Finlandia, y su primer nombre fue 'Teknillinen Laskenta Oy', aunque se hizo más conocida por su abreviatura 'Tekla'. Esta empresa fue una de las emprendedoras en el desarrollo de *Procesos de Datos Automáticos* (ADP). Aunque el primer enfoque de desarrollo de software se desplaza a la ingeniería estructural, construcción de carreteras y movimiento de tierras, en pocos años empieza a abordar el cálculo por el método de elementos finitos. A partir del año 1986, desarrolla una tecnología de *base de datos virtual*, lo que provoca que el uso de *bases de datos relacionales* se vuelva más rápido. En el año 1993 saca al mercado X-Steel, renombrado a Tekla Structures a partir del 2004, una aplicación de software que permite crear un modelo 3D en tiempo real de la estructura que está siendo diseñada, ya sea de acero u hormigón. (p.19).

Ya en 2011 lanzan Tekla BIMsight, que es una aplicación de software de colaboración en proyectos de construcción basado en BIM. Puede importar modelos de otras aplicaciones BIM utilizando el formato IFC (Ver figura N°4).

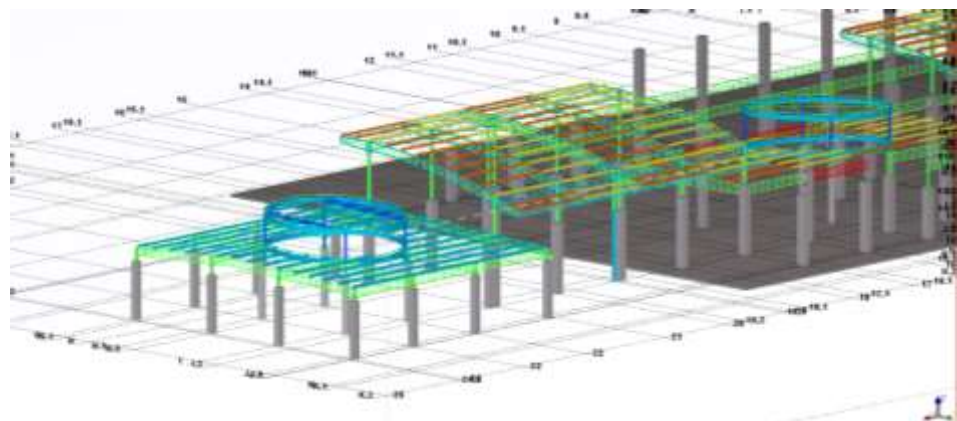


Figura 4 - Diseño de tijerales del open plaza de Pucallpa. Fuente: Cesel - Acceso: Julio de 2014

## **Autodesk**

Gómez (2013). Define qué:

Autodesk Inc. se funda en 1982 cuando el programador John Walker compra el software AutoCAD a su creador, Michael Riddle. Un programa dirigido primordialmente al sector de la arquitectura y en el que los objetos interactúan y tienen relación entre ellos, más allá de la mera representación gráfica. Puede ser este el principio de la implementación BIM en Autodesk, que se completará, al fin, en 2002 con la integración de Revit e Inventor en Autodesk. Uno de los hitos más importantes de Autodesk, y que debemos destacar, es la creación del formato de trabajo DWG. Un formato de archivo binario que almacena la información de los dibujos en tres dimensiones de forma vectorial y que se ha convertido en un estándar de trabajo. Su nombre proviene de la palabra inglesa 'drawing' (dibujo). A día de hoy existen veinte versiones diferentes del formato, que se han ido incorporando con las diferentes versiones de AutoCAD a lo largo del tiempo. (p.20).

Para poder intercambiar información con otros programas CAD se ha creado otro formato llamado DXF8. Aunque, debido a su naturaleza vectorial, DWG no es un formato adecuado para los procedimientos BIM, todos los programas con esta tecnología lo adoptan como soporte para importación/exportación de datos.

## **Graphisoft**

Gómez (2013). Indica que:

Graphisoft SE, es una empresa que nace en 1982 en Budapest, Hungría. Establecida por las principales compañías de CAD para el desarrollo de una normativa común para la industria de la construcción. Tal y como la hace Revit, se organiza en torno a un archivo único con un sistema de librerías que puede ser referido a archivos externos o que pueden pertenecer al propio proyecto. Su

estructura de proyecto es muy similar, pero está más desarrollada y distingue entre las vistas y sus localizaciones en el modelo del edificio. Así, de una misma planta se pueden crear variantes diferentes y guardarlas como vistas bajo una estructura en árbol totalmente configurable. ArchiCAD no regenera las vistas de manera instantánea, como lo hace Revit, pero sí que lo hace de manera automática y, además, es capaz de editar el modelo a través de la modificación de cualquier vista o desvincularlo completamente de ella. Conserva algunos vestigios de las herramientas de CAD tradicional, como el sistema decapas o el ploteado según conjuntos de plumillas, cosa que lo conecta con los usuarios de AutoCAD. Los elementos paramétricos se guardan de forma de librerías y como archivos individuales y tienen un gran número de opciones que buscan cubrir todas las necesidades de diseño del usuario, objetivo que, a la práctica, consigue en la mayoría de los casos. (p.21).

No obstante, los objetos paramétricos deben estar preparados previamente con herramientas que exigen conocimientos de programación. Por esto, la biblioteca que viene con el programa es bastante completa y, gracias a la flexibilidad de sus opciones, consigue cubrir la mayoría de los casos.

## **Definición de las Dimensiones de la Variable Tecnología BIM**

### **Dimensión Bim Diseño:**

Reyes (2014). Define:

BIM (Building Information Modeling) es un nuevo acercamiento al diseño, construcción y gestión de los edificios. Se trata de una metodología que enfoca desde un punto de vista diferente el modo de entender los edificios, cómo estos funcionan y la manera en la que estos mismos se construyen. Se podría pensar en la Revolución Industrial del XXI en lo que a la industria de la construcción se refiere. En la industria de la construcción, la incompatibilidad entre sistemas generalmente impide que los

miembros del equipo de proyecto puedan intercambiar la información de manera precisa y rápida; este hecho es la causa de numerosos problemas en el proyecto como pueden ser el aumento de costes y plazos. (p.4).

La adopción de una metodología BIM y el uso de modelos digitales integrados durante todo el ciclo de vida del edificio supone un paso en la buena dirección para la eliminación de costes resultantes de una incorrecta interoperabilidad de datos. Pero el simple hecho de utilizar un modelo digital no es suficiente. Estamos hablando de nuevos procesos de trabajo o necesidad de adaptación de los existentes.

Building Smart Spanish Chapter (2014) define:

El Modelado de Información del Edificio (BIM) y la visualización se utilizan para analizar y comparar diferentes soluciones de diseño. Además de los costes de inversión y funcionalidad, los costes del ciclo de vida y el impacto ambiental son también generalmente incluidos en la evaluación siempre que sea posible, debido a que su comparación mediante simulaciones es uno de los principales beneficios de BIM integrado. El alcance de las tareas se definirá en las licitaciones y acuerdos de diseño. (p.5)

La visualización mediante BIM's apoya el trabajo de los diseñadores (Ver figura N°5) y de gestión de proyecto, la mejora de la comunicación entre el equipo de diseño, las partes del proyecto y los usuarios finales de las instalaciones. Los principales beneficios de la visualización incluyen la calidad optimización, la comparación más conveniente de alternativas, aumentó la interacción entre las diferentes partes, y el apoyo del desarrollo inmobiliario y la comercialización del proceso.



*Figura 5- Creada para el diseño de HVAC presentando los modelos de servicios estructurales y de construcción. Tapiola HQ Compañía Aseguradora, imagen y modelo de HVAC por Granlund Oy, modelo estructural por Finnmap Consulting Oy*

Gomez (2013) Define a Bim: “BIM es una metodología de diseño que trata de automatizar el trabajo generado para la producción de planos en 2D y aprovechando las ventajas de modelado en 3D para simulaciones que ayuden a tomar decisiones sobre el proyecto y obra.” (p.8).

Aplicado a un proyecto: BIM representa gestión de la información. Datos aportados coordinados y compartidos por todos los participantes del proyecto. La información correcta, a la persona idónea, en el momento adecuado.

### **Dimensión Bim construcción:**

Salinas (2014) nos indica que:

La propuesta planteada para el proceso de construcción empieza con la elaboración de un mapa de los procesos donde se han listado a los involucrados, las actividades que les corresponden y los flujos entre éstos. La mejora se centra en aprovechar la información que nos muestra el modelo y que se reflejará en garantizar la continuidad de los procesos a través de las definiciones realizadas con anterioridad. Para esto, se logró establecer en el proceso de construcción tres fases que son:

- La generación de solicitudes de pedidos.



- La visualización del modelo y la resolución de consultas aclaratorias de las especialidades que han sido resueltos en la etapa de diseño.
- El seguimiento de la obra en las sesiones de programación de obra a través del 4D. (p.108).

Al igual que en el proceso de diseño, la propuesta plantea el empleo de software como el Revit Structure, Revit Architecture, Revit MEP y Navisworks.

Gómez (2013) cita lo siguiente:

De forma paralela, en 1974 Charles M. Eastman comienza a hablar del 'modelo de producto de construcción', un concepto que se ajusta al BIM actual. En su trabajo 'An outline of the building description system' (Un esbozo del sistema de descripción de la edificación), incorpora las bases de datos como un paso más en la búsqueda de la calidad de los proyectos. Esta forma conceptual de intentar ver los edificios a través de la lente de una base de datos, ha contribuido a la ruptura de la arquitectura en sus elementos constitutivos, lo que exige una taxonomía literal de algunas partes que constituyen los edificios. Fue uno de los primeros proyectos para crear una base de datos de la construcción con éxito y se llamaba Building Description System (Sistema de descripción del edificio, o BDS). Fue uno de los primeros software para describir los distintos elementos de la biblioteca que pueden ser recuperados y añadidos a un modelo. Este programa utilizaba una interfaz gráfica de usuario y una base de datos ordenable que permitía al usuario recuperar la información de forma categorizada por atributos, incluyendo el tipo de material y su proveedor. (p.12).

Eastman afirma que los dibujos para la construcción son ineficientes y causan redundancias de un objeto que se representa en varias escalas.

También critica dibujos en papel por su tendencia a empobrecerse con el tiempo y el hecho de no poder representar las reformas. Surge así la noción de la revisión del modelo automatizado para 'verificar la regularidad de diseño.

Berdillana. (2008). Determina que:

En vez de calcular la distribución de carga vertical para descubrir que componente lleva otro componente, es también posible utilizar los datos geométricos del modelo. La topología del edificio puede decir más específicamente encima qué componente está o al lado de otro componente. Asumiendo, que un modelo 3D CAD está disponible, se puede realizar dos acercamientos para analizar el orden de la construcción; la representación de la caja 3D y representación del sólido 3D. El análisis sirve para inferir componentes adyacentes, esto da lugar a un gráfico dirigido, almacenado en un fichero de diario. En este gráfico los nodos representan los componentes del edificio y de cada nodo los bordes señalan los componentes que están debajo o aparte. En el proceso del diseño del planeamiento, el análisis de la construcción es precedido por la creación de un modelo 3D usando un programa 3D CAD. El programa del análisis de la construcción importa el modelo 3D y deriva la relación vertical y horizontal entre los componentes del edificio según lo descrito anteriormente. Un componente del edificio puede ocurrir en tres situaciones: (i) solamente relaciones verticales (paredes, pisos), (ii) solamente relaciones horizontales (balcones) y (iii) relación vertical y horizontal (escaleras). Durante el análisis de la construcción un registro de componente se genera. En el fichero de diario se encuentra para cada componente del edificio; su nombre, la duración de la construcción y una lista de los componentes con los cuales se relaciona horizontalmente o verticalmente. Un programa del planeamiento del proyecto (proyecto del MS) se utiliza para importar el fichero de diario y para crear un esquema de él. (p.34).

Todos los componentes del planeamiento será enumerado posteriormente y los recursos apropiados (equipo y trabajo) serán asignados. El programa del planeamiento del proyecto también se utiliza para crear diagramas de PERT y para el cálculo de la trayectoria crítica.

Fischer (2001). Define:

CIFE (Center for Integrated Facility Engineering), Stanford intervino en la creación de un modelo 4D, integrando el factor tiempo en el modelo 3D. Así encontró en 4D una herramienta de gran alcance de comunicación y ahora lo utiliza habitualmente en sus proyectos. Para el proyecto de la ampliación del museo del arte de Denver, la empresa Mortenson agresivamente pone en ejecución 3D/4D. También ayudó en este caso el arquitecto y el ingeniero estructural que también utilizaba 3D para sus tareas respectivas. Mortenson utilizó los modelos arquitectónicos y estructurales para crear un modelo detallado de la construcción 3D que integraba todos los subsistemas principales: el modelo del concreto comprendía cimientos, el sótano y las paredes de la base; el modelo de acero que abarcaba vigas, columnas, las placas y los ángulos; el modelo arquitectónico que abarcaba la cáscara, las paredes interiores, los techos, las puertas y las ventanas; el sistema mecánico que abarcaba los conductos de aire acondicionado; el sanitario el agua, y los sistemas de la tubería de gas; el sistema eléctrico incluyendo los accesorios de iluminación, los conductos y las cajas ligeras; el sistema de protección contra incendio incluyendo tuberías, los equipamientos y otros componentes diversos. El modelo detallado ayudó en la coordinación multidisciplinaria y el descubrimiento de problemas con el uso de NavisWorks; permitió que los detalles complejos del proyecto fueran visualizados mejor en 3D. En sus proyectos prefiere construir un modelo detallado 3D para una mejor coordinación, detección de conflicto y programar. Usando esta tecnología, se ha podido eliminar conflictos en el proceso de la

construcción. Ven futuro al modelo 3D para la industria donde ellos asumen la mayor parte de la responsabilidad del modelo durante el proceso de la construcción y la utilizan para coordinar con los fabricantes y los proveedores. (p.79)

Ven una gran oportunidad de ampliar su servicio al propietario más allá de la fase de la construcción y de conducir la gerencia y el mantenimiento de instalaciones del edificio. Se considera la tecnología como el abanderado de la innovación para la empresa que esté utilizando BIM.

## **2.2.2. Bases Teóricas de la Variable Productividad en Obras Retail.**

### **Definición de Productividad**

Definicion.de (2011). Explica que:

Según el diccionario de la Real Academia Española (RAE), la productividad es un concepto que describe la capacidad o el nivel de producción por unidad de superficies de tierras cultivadas, de trabajo o de equipos industriales. De acuerdo a la perspectiva con la que se analice este término puede hacer referencia a diversas cosas, aquí presentamos algunas posibles definiciones. En el campo de la economía, se entiende por productividad al vínculo que existe entre lo que se ha producido y los medios que se han empleado para conseguirlo (mano de obra, materiales, energía, etc.). La productividad suele estar asociada a la eficiencia y al tiempo: cuanto menos tiempo se invierta en lograr el resultado anhelado, mayor será el carácter productivo del sistema. Por medio de la productividad se pone a prueba la capacidad de una estructura para desarrollar los productos y el nivel en el cual se aprovechan los recursos disponibles. La mejor productividad supone una mayor rentabilidad en cada empresa. De esta manera, la gestión de calidad busca que toda firma logre incrementar su productividad.

Algunos de los aspectos indispensables que no deben olvidarse a la hora de montar una compañía que produzca bienes o servicios son: la calidad, la producción, la eficiencia, la innovación, la tecnología y los nuevos métodos de trabajo. Conceptos que tienen que ver con la productividad a largo y pequeño plazo; en base a lo mucho o poco que se respeten estas cuestiones, dependerá el pronóstico de vida de la compañía. En una empresa, la productividad es fundamental para crecer o aumentar la rentabilidad y para alcanzar una buena productividad deben analizarse con detenimiento los métodos utilizados, el estudio de tiempos y un sistema organizado para realizar el pago de los sueldos a los empleados. Si quisiéramos buscar un sinónimo del término, podríamos aferrarnos al de rendimiento, ya que la productividad exige un buen manejo de los recursos a fin de conseguir resultados que vuelvan eficiente todas las labores desarrolladas dentro de la compañía, no sólo en lo que respecta a la fabricación o producción del servicio, sino también en lo referente a los métodos utilizados y a la relación interna de la compañía. La forma en la que las empresas pueden medir la productividad, es a través de un cálculo en el que se realiza una comparación entre los insumos y los productos, donde la eficiencia es lo que representa el costo por unidad de cada producto. Es fundamental definir la tendencia de nuestra compañía en lo que respecta a la producción, realizando comparaciones de los resultados del estudio de la productividad en los diferentes períodos de tiempo. De este modo, podremos realizar aquellos cambios que sean necesarios a fin de mejorar el trabajo, aumentando la eficiencia y convirtiéndonos en una compañía más rentable. Para este aumento de la productividad es necesario tener en cuenta una serie de elementos que pueden variar a lo largo del tiempo, estos son: terrenos y edificios (estado del establecimiento donde se

realiza la producción), materiales (disponibilidad que se tiene), recursos humanos (cualificación del personal que se tiene) y energía, máquinas y equipo (forma en la que se realiza la producción). Otras tres definiciones del término: El concepto de productividad total de los factores, que se encuentra asociado al rendimiento del procedimiento económico estimado en unidades físicas o monetarias, por asociación entre factores involucrados y productos logrados. El de productividad global, una noción empleada por las grandes compañías para mejorar la productividad a través del control y examinación de sus factores determinantes y de los elementos que intervienen en la misma. En este sentido, las nuevas tecnologías, la organización del trabajo y del personal, el estudio de los ciclos y la distribución forman parte del análisis. Y finalmente, el de productividad laboral, que hace referencia al incremento o la disminución de los rendimientos, surgido en las variaciones del trabajo, el capital, la técnica u otro factor. (p.2).

La productividad está asociada a un proceso de transformación. A este proceso ingresan recursos necesarios para producir un material, un bien o dar un servicio, y posteriormente, a través del proceso, se obtiene un producto o un servicio terminado. En la construcción, los principales recursos empleados en los proyectos son: Los materiales, La mano de obra, La maquinaria y equipos. Considerando los diferentes tipos de recursos, es posible hablar de las siguientes productividades:

- Productividad de los materiales: en la construcción es importante una buena utilización de los materiales, evitando todo tipo de pérdidas.
- Productividad de la mano de obra: es un factor crítico, ya que es el recurso que generalmente fija el ritmo de construcción y del cual depende, en gran medida, la productividad de los otros recursos.

- Productividad de la maquinaria: este factor es importante por el alto costo de los equipos, siendo por lo tanto, muy relevante evitar pérdidas en la utilización de este tipo de recurso.

Hay muchos factores que afectan la productividad en la construcción. Lo importante en una obra es saber cuáles son los negativos, para poder actuar sobre ellos de modo de disminuir su impacto, y cuáles aportan positivamente de manera de incrementar su efecto.

### **Definición de Obras Retail.**

Revistainforetail (2014), lo define como:

El detal o venta al detalle (en inglés retail) es un sector económico que engloba a las empresas especializadas en la comercialización masiva de productos o servicios uniformes a grandes cantidades de clientes. Es el sector industrial que entrega productos al consumidor final. La razón para involucrar a mayoristas y minoristas en un mismo sector fue una consecuencia de la gran cantidad de problemas y soluciones comunes que tienen ambos sectores por la masividad y diversidad tanto de sus productos como de sus clientes. En el negocio del detal se pueden incluir todas las tiendas o locales comerciales que habitualmente se encuentran en cualquier centro urbano con venta directa al público; sin embargo, su uso se halla más bien ligado a las grandes cadenas de locales comerciales. El ejemplo más común del detal lo constituyen los supermercados; otros comercios tradicionalmente asociados al detal son las tiendas por departamentos, casas de artículos para el hogar, ferreterías, farmacias, venta de indumentaria, librerías, entre muchas más. (p.165)

La complejidad del detal viene dada por la amplia variedad de artículos y tipos de artículos que ofrecen, así como el nivel de operaciones efectuado. Las operaciones de venta del detal generan una cantidad de datos tal que puede resultar abrumadora para aquellos ajenos al negocio

## **Definición de Productividad en obras Retail.**

Bit (2001):

En su artículo Índice de productividad en la construcción: mito o realidad, por productividad debemos entender la relación entre la producción obtenida por un sistema de producción y los recursos utilizados para obtenerla. Estos recursos productivos, incluyen el factor trabajo, capital y otros insumos como la tierra, energía, materias primas e incluso, la información. (p.23)

Podemos definir la productividad como la relación entre producción final y factores productivos (recursos) utilizados en la construcción de obras Retail. De modo general, la productividad se refiere a lo que genera el trabajo. Una productividad mayor significa hacer más trabajos o tareas con la misma cantidad de recursos o hacer lo mismos con menos capital.

Niebel (2001) escribe que:

El mejoramiento de la productividad se refiere al incremento de la producción por hora-trabajo o por tiempo gastado. Como base fundamental para el mejoramiento de la productividad se encuentran los recursos humanos, ya que estos son el capital más importante de toda la empresa. Algunos mencionan el capital como el recurso esencial para el desarrollo industrial y otros mencionan la tecnología como el factor que incrementa la misma. Si bien estos recursos son importantes, el capital puede ser desperdiciado por las personas y la tecnología no sirve de nada sin personas que se comprometan y aprendan a utilizarla bien. (p.24)

Para nuestra investigación podemos decir que la productividad en obras de Retail está basada en al avance de trabajos programados en tiempo u horas de trabajo, también se puede asumir como mejora de productividad culminar dichas partidas con un gasto menor pero sin perder la calidad deseada.

Lara (2007) nos propone:

Es importante tener claro los conceptos de costos y productividad. Costo simplemente es el valor asociado a los materiales



utilizados, a la mano de obra, en fin, a todo lo que permite que un proyecto de construcción se pueda llevar a cabo. La productividad se puede entender como la relación entre la producción obtenida por un sistema de producción y los recursos utilizados para obtenerla. Estos recursos productivos, incluyen el factor trabajo, capital y otros insumos como la tierra, energía, materias primas e, incluso, la información. Para el estudio de costos y productividad deseada se requiere tener como base un modelo que permita optimizar dichos aspectos. La cantidad de modelos existentes es variada, pero se necesita encontrar el modelo adecuado vinculado a ingeniería y que sea relativamente fácil de aplicar. (p.18)

El tema de productividad generalmente es relacionado con el ahorro de costos mediante el uso racional de recursos para incrementar la producción en una determinada actividad. Puede entenderse de esa forma, sin embargo el concepto es más profundo.

Serpell (1993) Nos propone que:

Productividad es la relación entre lo producido y lo gastado en ello. Por lo que podría definirse como la relación entre la cantidad de servicio o producto producido y la cantidad de recursos utilizados para obtenerlo. También puede definirse en forma más explícita como una medición de la eficiencia con que los recursos son administrados para completar un producto específico, dentro de un plazo establecido y con un estándar de calidad dado. (p.32)

El tema de productividad no puede abordarse sin tomar en consideración el de calidad. Entregar un producto de calidad es una condición importante para satisfacer los requerimientos del cliente. En los diferentes procesos de la cadena de producción ocurre la relación proveedor-cliente. En ese sentido, debe buscarse el cumplimiento de los requerimientos de calidad en cada proceso para no detener o retrasar la producción rectificando las no conformidades que se generen.

## **Características de la Productividad en Obras Retail**

Revistainforetail (2014), lo define como:

La productividad en obras Retail se caracteriza en primer lugar por el cumplimiento, y de ser posible adelanto del cronograma maestro contractual sin descuidar, obviamente, la calidad en los trabajos realizados. Dando como resultado una optimización en el uso de materiales eliminando en casi un 100% la merma. En segundo lugar viene como consecuencia también del primero ya que estamos hablando de la variable tiempo, factor importante en este tipo de obras, que por lo general el cliente las necesita en el menor tiempo posible. (p.172).

Al cumplir o adelantar el tiempo aumentamos la cantidad de obras por año, lo cual es productivo y aumentamos el valor al cliente ya que se cumple con el plazo de entrega.

## **Enfoque de la Productividad en Obras Retail**

Ingenieriaindustrialonline (2012):

El enfoque estratégico de un sistema de producción o transformación determina la metodología (forma) de generación de bienes o servicios, que cumplan claramente con las necesidades planteadas por el cliente y los parámetros de calidad establecidos para el producto (obra), enmarcado en la optimización de los recursos de acuerdo a la estrategia de la organización y a su enfoque competitivo. Existen a grandes rasgos cuatro enfoques estratégicos de procesos productivos, y la mayoría de los sistemas de producción de la actualidad se pueden identificar con estos enfoques o como mínimo con una variación de los mismos. Estos enfoques son:

- Enfoque en el proceso.
- Enfoque repetitivo.
- Enfoque en el producto
- Personalización Masiva (Mass Customization).

-De una manera muy acertada suele asociarse el enfoque estratégico de los sistemas productivos como una decisión dependiente de factores muy estrechos al mismo como lo son el volumen de producción y la flexibilidad en materia de variedad del producto o el portafolio de servicios, tal como lo muestra la siguiente gráfica. (p.9)

La productividad en obras Retail se enfoca básicamente en el desarrollo continuo del proyecto en ejecución (Ver figura N°6), vale decir, un desarrollo sin interrupciones que ocasionen retrasos en la producción de las tareas encomendadas, generando la creación de un producto final de alta calidad con la finalidad de agregar valor al cliente.

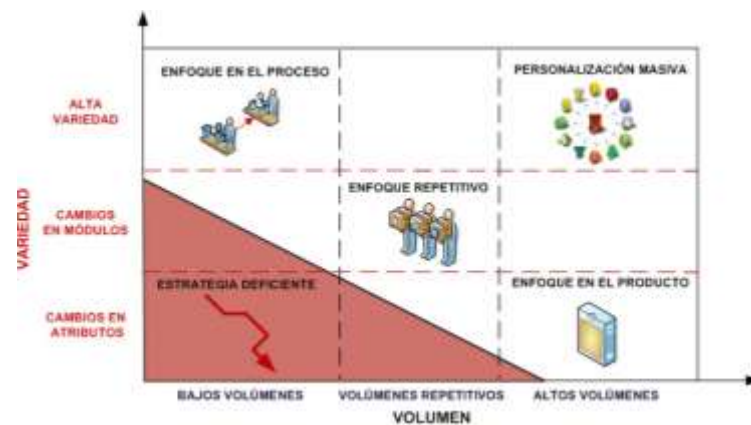


Figura 6. Variedad vs Volumen. Fuente: [ingenieriaindustrialonline.com](http://ingenieriaindustrialonline.com) (2012)

## Definición de las dimensiones de la Variable productividad en Obras Retail.

### Dimensión Recursos Utilizados

Deconceptos (2015), define que:

La palabra recurso se emplea en diversos ámbitos, pero siempre con el significado de ser medio para el logro de fines. En el lenguaje cotidiano decimos que una persona posee recursos, cuando cuenta con los medios económicos necesarios para tener

una vida digna, y poder comprar lo necesario para satisfacer sus necesidades. Decimos también: “Este es un recurso extremo” al usar un medio poco habitual y con alto costo material o espiritual para conseguir los propósitos”. En una empresa, se denominan recursos, a las personas, maquinarias, tecnología, dinero, que se emplean como medios para lograr los objetivos de la entidad (recursos humanos, tecnológicos o financieros). En informática se llaman recursos a los medios utilizados por los dispositivos para ejecutar sus funciones, provistos por los elementos del ordenador. En el lenguaje jurídico, los recursos se emplean como medios para lograr se revisen las decisiones judiciales en una instancia superior. Por ejemplo el recurso de apelación, donde se recurre, por parte del afectado, la sentencia dictada por un Juez ante un tribunal colegiado, o el recurso extraordinario ante el más alto tribunal de justicia, cuando está en duda la constitucionalidad del derecho aplicado. Los recursos naturales son aquellos elementos de la naturaleza que le sirven al hombre para satisfacer sus necesidades, como el agua, la energía solar, los animales o las plantas, entre otros. Se diferencian de los elementos de la naturaleza por ser una especie de ellos. Todo lo que el hombre no ha creado son elementos naturales, pero solo aquellos que le sirven a sus propósitos, son recursos. Por ejemplo, el polvo de los muebles, es un elemento natural, pero no un recurso. Estos recursos naturales pueden ser renovables o no renovables, según tengan o no, capacidad de regenerarse. El petróleo por ejemplo, es un recurso no renovable, y hay riesgo que en algunos años sea un bien escaso. Otros recursos si bien son renovables, la explotación intensiva puede agotarlos, como ocurre con el suelo. En literatura los recursos literarios son los medios que se emplean para enriquecer un texto, con imágenes sensoriales, comparaciones, personificaciones o metáforas. (p.3)

Se denomina recursos a aquellos elementos que aportan algún tipo de beneficio a la sociedad. En economía, se llama recursos a aquellos factores que combinados son capaces de generar valor en la producción de bienes y servicios. Estos, desde una perspectiva económica clásica, son capital, herramientas y mano de obra.

Definición.mx (2015), establece que:

Se denomina recursos materiales a aquellos recursos económicos de carácter tangible. Se oponen de esta manera a los recursos intelectuales o intangibles, aquellos que son imposibles de captar con los sentidos. Los recursos materiales son medios con los que se es posible llevar a la concreción distintos tipos de objetivos, por lo que pueden ser de lo más variados. Un ejemplo claro de recursos materiales pueden constituirlos materiales de utilización industrial, tales como el hierro, el cobre, el bronce, etc. En este caso, los Bienes materiales funcionarían como un insumo, esto es, un elemento con los que se pueden construir otros bienes para comercializar. En el área de los materiales se han desarrollado especializaciones que intentan identificar los beneficios que los distintos materiales pueden proveer. Esto apunta fundamentalmente a identificar los distintos problemas existentes en la sociedad y brindar soluciones al respecto a partir de las distintas posibilidades que los materiales ofrecen. Así, por ejemplo, algunos materiales sirven como conductores de electricidad y pueden utilizarse para su transporte, otros materiales son maleables, otros ofrecen mayor resistencia, etc. Todas estas posibilidades pueden combinarse de manera creativa para elaborar productos y mejorar los ya existentes. En este sentido, el desarrollo tecnológico se fundamenta en gran medida en estos aspectos. No obstante lo expuesto, cabe señalar que el concepto de recurso material es mucho más extenso y abarca un numeroso grupo de elementos. Así, los bienes destinados definitivamente a

la comercialización también pueden calificarse como recursos materiales. De igual modo el dinero desde el momento en que requiere una identificación física. No obstante, lo importante a considerar cuando se habla de recursos es que estos provean de algún valor de utilización, de alguna posibilidad de integrarlos en los diversos procesos productivos, circunstancia que es extensible a casi todas las variantes de los materiales. (p.41)

Durante mucho tiempo los recursos materiales fueron casi la quintaesencia de la riqueza. Es por ello que suele referirse a la abundancia material como un sinónimo de riqueza. Es sin lugar a dudas un preconcepto propio del pasado, en particular del siglo XIX, en donde el eje de la producción y de los bienes que se ofertaban en el mercado radicaba en la existencia física. No obstante, en la actualidad cobran cada vez más importancia los bienes intangibles. Así, el conocimiento, la capacidad de innovar y los distintos procesos que cada empresa desarrolla son de una relevancia enorme en la creación de valor. Es sin lugar a dudas un cambio importante de paradigmas.

### **Dimensión Producción Obtenida**

Mohammad (1993): Define:

La situación de la industria de la construcción en los últimos años, los problemas generados por las altas tasas de desocupación laboral, el generalizado sentir de frustración de la sociedad por el gran esfuerzo que requiere mantenerse y desarrollarse, donde la consigna es competir en precio y calidad para mantenerse en el mercado, debido a una economía signada por los cambios operados en el mundo de la globalización, induce a pensar con mayor intensidad en la "Productividad", como elemento generador de "competitividad", ya que ésta surge como una condición sustancial para el desarrollo económico y progreso social. Al incrementar la competitividad y la productividad de la industria de la construcción, se pueden inferir los efectos positivos potenciales

en los demás sectores, en el empleo, en el crecimiento que genera la industria de la construcción y esto constituiría a nivel nacional, el beneficio económico y social por lograr. En la necesidad de incrementar la productividad, las empresas han tenido que mejorar los aspectos de calidad, el marco reglamentario, la capacitación y adiestramiento y las innovaciones, en pro de aumentar su nivel de participación dentro de la competencia que existe entre las empresas de esta industria. En éstas, los recursos humanos, técnicos, económicos, materiales y equipo son motivo y objetivo permanente de optimización a través del incremento de su productividad, a fin de reducir costos en los bienes y servicios que se proporcionan a la comunidad, dicho en pocas palabras, la productividad obtenida. Dicho esto podemos determinar que la productividad obtenida es sinónimos de los siguientes beneficios:

- Mayor competitividad.
- Satisfacción del cliente.
- Confianza de clientes y proveedores.
- Permanencia en el mercado a mediano y largo plazo.
- Disminución y cumplimiento de los plazos de entrega.
- Disminución de costos.
- Uso eficiente de los recursos naturales y de la fuerza laboral, logrando con esto la reducción de desperdicios de materias primas.
- Eliminación de desplazamientos innecesarios de materiales y de trabajadores.
- Evita atrasos en las fechas de terminación de cada elemento en la obra.
- Reducción de los tiempos muertos de máquinas.
- Ahorro de energía e incorporación de medidas serias para controlar los efectos negativos para el entorno de accidentes imprevistos.

-Recuperación de espacios de trabajo inutilizados. (p. 148)

Los índices de productividad coadyuvan asimismo en el establecimiento de metas realistas puntos de control para llevar a cabo actividades de diagnóstico durante un proceso de construcción, señalando los estrangulamientos y trabas de rendimiento. Además, sin un buen sistema de medición no puede existir mejora en las relaciones de trabajo o una correspondencia entre las políticas relativas a la productividad, los niveles salariales y la distribución de las ganancias.

Conacyt (2000), señala que:

La productividad obtenida ha sido objeto de estudio por parte de todo tipo de industrias y empresas, especialmente en esta época donde la competencia obliga a que los niveles de productividad sean cada vez más altos, sin embargo, en la industria de construcción en México son pocos los estudios de productividad que se han realizado, porque se desconocen metodologías para efectuarlos y se piensa que por el costo relativamente bajo de la mano de obra es ilógico incurrir en gastos de este tipo, por este motivo se desconoce la utilidad que tienen estos estudios en la planeación y control de una obra, especialmente en los referente al rendimiento y hacer mejor uso del recurso "tiempo". Pero claramente se puede definir como producción obtenida al resultado de la transformación de recursos materiales, técnicos y económicos bajo la transformación de un manejo constante y seguimiento de ellos orientados hacia la fabricación de un producto cuyo valor cumplió con creces los estándares mínimos de calidad. (p.32)

La producción obtenida es básicamente la combinación de un buen Estudio de Trabajo el cual se utiliza para examinar el trabajo humano en todos sus contextos y que llevan sistemáticamente a investigar todos los factores que influyen en la eficiencia y economía de la situación estudiada con el fin de efectuar mejoras. Estudio de métodos que es el registro de los procedimientos



de trabajo y examen crítico sistemático de los modos de realizar actividades con el fin de efectuar mejoras y la medición del trabajo o estudio de tiempos o plazos el cual es una aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea según una norma de rendimiento preestablecida. Es necesario disponer de dicha información durante el proceso de estimación, para poder establecer incentivos económicos, como parte de los datos del estudio de métodos y también se puede emplear para contrastar los niveles de ejecución reales con los niveles teóricos.

## **2.3 Formulación de hipótesis**

### **2.3.1 Hipótesis general**

*La tecnología BIM optimiza la productividad en obras retail en el Departamento de Lima.*

Al utilizar la tecnología BIM en la etapa de diseño se pueden eliminar las interferencias en los planos, la falta de detalles de ingeniería, lo cual produce un flujo constante de producción sin paros ni retrasos durante la etapa construcción, también utilizando la tecnología BIM durante la etapa de construcción se puede idear un mejor planeamiento de trabajo, y actualizar en tiempo real el modelo para medir y verificar cualquier cambio o adicional hecho por el cliente.

### **2.3.2. Hipótesis específicas**

*La tecnología BIM optimiza la producción obtenida en la productividad en obras Retail.*

Mediante la tecnología BIM el flujo de producción se hace constante, sin paros o pérdidas de tiempo por interferencias o cruces de trabajo lo que nos permite cumplir con la producción programa y mejorarla teniendo un buen planeamiento en 3D con rutas críticas de trabajo.

*La tecnología BIM optimiza los recursos utilizados en la productividad en obras Retail.*

Utilizando la metodología BIM podemos tener una mejor planificación en obra, al no encontrar interferencias, se evitan rehacer trabajos o demoler estructuras los cuales demandan tiempo, mano de obra y materiales.

## **2.4. Variables**

**V 1:** Tecnología BIM

**V 2:** Productividad en Obras Retail

### **2.4.1. Definición Conceptual de las Variables**

#### **V 1: Tecnología BIM.**

Eastman (2011) describe BIM como:

Una tecnología de modelado y un conjunto asociado de procesos para producir, comunicar y analizar modelos de edificaciones.

Estos modelos son caracterizados por:

Componentes de la edificación: que son representados mediante representaciones digitales (objetos) que tienen gráficos computables y datos que los identifican en los software así mismo tienen reglas paramétricas que les permiten ser manipulados de una manera inteligente. Componentes: que tienen data que describen como éstos se comportan que son útiles para análisis. Datos constantes y no redundantes de tal manera que los cambios a los datos del componente son representados en todas las vistas del componente y en todas las partes a las que está unido. Data coordinada tal que todas las vistas de un modelo son representadas en una manera coordinada. (p.21).

Define BIM como un modelo digital y tridimensional vinculado a una base de datos de información del proyecto.

## V 2: Productividad en Obras Retail.

Bit (2001):

En su artículo Índice de productividad en la construcción: mito o realidad, por productividad debemos entender la relación entre la producción obtenida por un sistema de producción y los recursos utilizados para obtenerla. Estos recursos productivos, incluyen el factor trabajo, capital y otros insumos como la tierra, energía, materias primas e incluso, la información. (p.23)

### 2.4.2. Operacionalización de las variables.

#### Operacionalización de la Variable 1 Tecnología Bim Tabla 2.

Dimensiones	Indicadores	Ítems	Escalas	Niveles y Rangos
Diseño	Software	Del (01) al (15)	Nunca (1)	Óptimo 112-150
	Aplicación		Casi Nunca (2)	
Construcción	Utilidad	Del (16) al (30)	A Veces (3)	Regular 71-111
	Identificación		Casi Siempre (4)	
			Siempre (5)	No Óptima 30-70

La variable Tecnología BIM se dividió en 2 dimensiones (Ver tabla N°2), Diseño y Construcción cada cual con sus respectivos indicadores, de los cuales hemos elaborado 15 preguntas para cada dimensión. Estas preguntas tienen una escala del 1 – 5 la cual al sumarlas nos da un puntaje máximo de 150 y mínimo de 30, lo cual indica en qué rango de nivel se encuentra óptimo – regular – no óptimo.

#### Operacionalización de la Variable Productividad en Obras Retail. Tabla 3.

Dimensiones	Indicadores	Ítems	Escalas	Niveles y Rangos
Recursos Utilizados	Economía	Del (01) al (15)	Nunca (1)	Alta 112-150
	Difusión		Casi Nunca (2)	
Producción	Coordinación	Del (16) al (30)	A Veces (3)	Media 71-111
	Elaboración		Casi Siempre (4)	
Obtenida	Gestión		Siempre (5)	Baja 30-70
	Tecnología			
	Costos			
	Beneficios			

La variable Productividad se dividió en 2 dimensiones (Ver tabla N°3), Recursos Utilizados y Producción obtenida cada cual con sus respectivos indicadores, de los cuales hemos elaborado 15 preguntas para cada dimensión. Estas preguntas tienen una escala del 1 – 5 la cual al sumarlas nos da un puntaje máximo de 150 y mínimo de 30, lo cual indica en qué rango de nivel se encuentra alta – media – baja.

## **CAPÍTULO III: DISEÑO METODOLÓGICO**

### **3.1 Metodología**

Hernández Fernandez y Baptista (2010). “La metodología implica el empleo de los recursos pertinentes; por ejemplo, en las investigaciones sociales las pruebas estadísticas proporcionan una visión más precisa del objeto de estudio, ya que apoyan o no las hipótesis para su validación o rechazo”. (p.144)

### **3.2. Tipo y Diseño de Investigación.**

#### **3.2.1. Tipo.**

La siguiente investigación, de acuerdo a su tipo, se desarrollará bajo un esquema metodológico enmarcado dentro de la modalidad de investigación Básica.

Alfaro (2009), señala que:

La Investigación Básica: Denominada también pura o fundamental, busca el progreso científico, acrecentar los conocimientos teóricos, sin interesarse directamente en sus posibles aplicaciones o consecuencias prácticas; es más formal y persigue las generalizaciones con vistas al desarrollo de una teoría basada en principios y leyes. (p. 18).

Es importante conocer los antecedentes para poder generar criterios nuevos por medio de la investigación donde se especifique la forma detallada del estudio, sus conclusiones obtenidas se basaran en los hechos. Estas investigaciones, cuando se hallan bien elaboradas, pueden servir como base para futuras acciones destinadas a solucionar el problema detectado.

La presente investigación es de tipo descriptiva, correlacional, con enfoque cuantitativo, sustentada por:

Morales (2010), manifiesta que:

En las investigaciones de tipo descriptiva, llamadas también investigaciones diagnósticas, buena parte de lo que se escribe y estudia sobre lo social no va mucho más allá de este nivel. Consiste, fundamentalmente, en caracterizar un fenómeno o

situación concreta indicando sus rasgos más peculiares o diferenciadores. El objetivo de la investigación descriptiva consiste en llegar a conocer las situaciones, costumbres y actitudes predominantes a través de la descripción exacta de las actividades, objetos, procesos y personas.( p. 1).

Franco (2011). Indica que:

Los estudios correlacionales miden las dos o más variables que se pretende ver si están o no relacionadas en los mismos sujetos y después se analiza la correlación. Es importante recalcar que, en la mayoría de los casos, las mediciones en las variables a correlacionar provienen de los mismos sujetos. No es común que se correlacionen mediciones de una variable hechas en unas personas con mediciones de otra variable realizadas en otras personas. (p. 1).

### **3.2.2. Diseño.**

La investigación es de diseño no experimental sustentado teóricamente por:

Kerlinger y Lee (2002. Citado por Moreno 2013) nos dicen que:

La investigación no experimental es la búsqueda empírica y sistemática en la que el científico no posee control directo de las variables independientes, debido a que sus manifestaciones ya han ocurrido o a que son inherentemente no manipulables. Se hacen inferencias sobre las relaciones entre las variables, sin intervención directa, de la variación concomitante de las variables independiente y dependiente. Cabe precisar en esta definición que la razón por la que no se manipula la variable independiente en la investigación no experimental es que resulta imposible hacerlo. Las principales características de los diseños no experimentales. Son las siguientes:

No hay manipulación de la variable independiente, bien sea porque se trate de una variable que ya ha acontecido, bien sea porque se trate de una variable que por su propia naturaleza o por

cuestiones éticas no pueda manipularse de forma activa. Se incluyen, pues, en este grupo de variables todas aquellas que recogen características propias de los individuos.

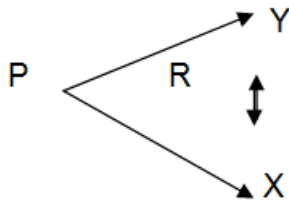
No hay asignación aleatoria de los sujetos a las condiciones de tratamiento. Es decir, los grupos no se forman aleatoriamente, por lo que no queda garantizada su equivalencia inicial.

Los datos simplemente se recolectan y luego se interpretan, puesto que no se interviene de forma directa sobre el fenómeno.

Se estudian los fenómenos tal y como ocurren de forma natural. Esta característica hace que los diseños de tipo no experimental se utilicen principalmente en investigación aplicada.

De las características anteriores se desprende que el diseño no experimental no permitirá establecer relaciones causales inequívocas. (p. 1).

Este diseño obedece al siguiente esquema



Fuente: Elaboración propia (2012).

Dónde:

P: Población

X: Variable 1 Tecnología BIM.

Y: Variable 2: Productividad en Obras Retail.

r : Relación

### **3.3. Población y muestra.**

#### **3.3.1. Población.**

Franco (2011), indica:

Una población está determinada por sus características definitorias. Por lo tanto, el conjunto de elementos que posea esta característica se denomina población o universo. Población es la totalidad del fenómeno a estudiar, donde las unidades de población poseen una característica común, la que se estudia y da origen a los datos de la investigación. La población es un conjunto de individuos de la misma clase, limitada por el estudio. (p.56)

Tamayo y Tamayo (1997, citado por Franco 2011), indica: “La población se define como la totalidad del fenómeno a estudiar donde las unidades de población posee una característica común la cual se estudia y da origen a los datos de la investigación”. (p.1).

La población motivo de ésta investigación estará conformado por 300 Ingenieros Civiles y Arquitectos, que laboran en obras Retail, con conocimientos en la Tecnología BIM en la ciudad de Lima.

### **3.3.2. Muestra.**

Franco (2012), indica:

Se entiende por muestra al "subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible". Es decir, representa una parte de la población objeto de estudio. De allí es importante asegurarse que los elementos de la muestra sean lo suficientemente representativos de la población que permita hacer generalizaciones. (p.58).

Castro (2003, citado por Franco 2012), indica;

Que la muestra se clasifica en probabilística y no probabilística. La probabilística, son aquellas donde todos los miembros de la población tienen la misma opción de conformarla a su vez pueden ser: muestra aleatoria simple, muestra de azar sistemático, muestra estratificada o por conglomerado o áreas. La no probabilística, la elección de los miembros para el estudio dependerá de un criterio específico del investigador, lo que



significa que no todos los miembros de la población tienen igualdad de oportunidad de conformarla. La forma de obtener este tipo de muestra es: muestra intencional y muestra accidentada o sin norma. (p. 1).

La muestra de interés en esta investigación, es censal o poblacional porque está conformada por el criterio del investigador en la selección de 60 Ingenieros Civiles y Arquitectos, que laboran en obras Retail, con conocimientos en la Tecnología BIM en la ciudad de Lima

### **3.3.3. Criterios de selección.**

Domínguez (2011), indica:

Los criterios de inclusión y exclusión son las normas para decidir a quién se le permite entrar en un ensayo. Las normas son diferentes para cada ensayo. Los criterios de inclusión son características que usted debe poseer para participar en el ensayo. Los criterios de exclusión son las características que usted no debe poseer para participar en el ensayo. (p. 1).

### **3.3.4. Criterios de inclusión.**

Ser Ingenieros Civiles, que laboran en obras Retail, con conocimientos en la Tecnología BIM en la ciudad de Lima

Ser Ingenieros Civiles, que laboran en obras Retail, con conocimientos en la Tecnología BIM en la ciudad de Lima, voluntarios a la encuesta.

Ser Ingenieros Civiles, que laboran en obras Retail, con conocimientos en la Tecnología BIM en la ciudad de Lima, que asistieron durante la etapa de la encuesta, el día de la prueba.

### **3.3.5. Criterios de Exclusión.**

No ser Ingenieros Civiles, que laboran en obras Retail, con conocimientos en la Tecnología BIM en la ciudad de Lima

Ser Ingenieros Civiles, que laboran en obras Retail, con conocimientos en la Tecnología BIM en la ciudad de Lima, no voluntarios a la encuesta.

Ser Ingenieros Civiles, que laboran en obras Retail, con conocimientos en la Tecnología BIM en la ciudad de Lima, que no asistieron durante la etapa de la encuesta, el día de la prueba.

### **3.4. Técnicas de recolección de datos.**

#### **3.4.1. Técnicas**

Arias (1999), indico que:

Las técnicas de recolección de datos son las distintas formas o maneras de obtener la información. Son ejemplos de técnicas; la observación directa, la encuesta en sus dos modalidades (entrevista o cuestionario), el análisis documental, análisis de contenido, etc.

Los instrumentos son los medios materiales que se emplean para recoger y almacenar la información. Ejemplo: fichas, formatos de cuestionario, guías de entrevista, grabadores, escalas de actitudes u opinión, etc. (p. 22).

#### **3.4.2. Encuesta**

Bunge (2008). Define la encuesta como:

La encuesta se ha convertido en una herramienta fundamental para el estudio de las relaciones sociales. Las distintas organizaciones contemporáneas, políticas, económicas o sociales utilizan esta técnica como instrumento indispensable para conocer el comportamiento de sus grupos de interés y tomar decisiones sobre ellos. Por esta razón la encuesta adquiere en las diversas investigaciones una relevancia significativa pues al recoger información de la realidad se enfrenta tanto el campo teórico como el empírico, y se vale para esto de tipos de cuestionarios que se aplican a distintas personas ya sea en lugares de trabajo o en sus residencias. El investigador decide qué criterio de

selección utilizará para la muestra, éste puede ser: sexo, edad o nivel socioeconómico, la muestra tiene la opción de ser estratificada y distribuida en diferentes sectores geográficos de una localidad o de una región determinada. La encuesta es una fotografía que se le hace a un determinado sector de la sociedad con el objeto de extraer información que permita la constatación empírica de la investigación que se está efectuando. Las diversas investigaciones en la actualidad recurren a la herramienta de la encuesta debido a que se hace necesario producir un nexo entre teorías y realidad observada y medida. (p. 1).

### **3.4.3. Descripción de los instrumentos.**

#### **Ficha Técnica:**

**Nombre del Instrumento:** Encuesta de Tecnología BIM.

**Autor:** Juan Carlos Muñoz Medina / Miranda Echaiz Miguel. Universidad Ricardo Palma.

**Año:** 2015

#### **Descripción**

**Tipo de instrumento:** Encuesta.

**Objetivo:** Determinar el nivel de conocimiento y aplicación de la Tecnología BIM, en obras Retail, con el fin de obtener información relevante que permita la aplicación de acciones para el mejoramiento continuo de la calidad de los servicios en las obras de Retail.

**Población:** Ingenieros civiles, de la ciudad de Lima.

**Número de ítem:** 30 (Agrupados)

**Aplicación:** Directa

**Tiempo de administración:** 30 minutos

**Normas de aplicación:** El Ingeniero marcará en cada ítem de acuerdo lo que considere evaluado respecto lo observado.

**Niveles o rango:** Según la escala tipo Likert permite que el usuario exprese su opinión sobre la Tecnología BIM, en grados de variables.

## **Ficha técnica del Instrumento de la Variable 2 Productividad en Obras Retail**

**Autor:** Juan Carlos Muñoz Medina / Miranda Echaiz Miguel. Universidad Ricardo Palma.

**Año:** 2015

### **Descripción**

**Tipo de instrumento:** Encuesta.

**Objetivo:** Determinar el nivel de productividad en obras Retail, con el fin de obtener información relevante que permita la aplicación de acciones para el mejoramiento continuo de la calidad de los servicios en las obras de Retail.

**Población:** Ingenieros civiles, de la ciudad de Lima.

**Número de ítem:** 30 (Agrupados)

**Aplicación:** Directa

**Tiempo de administración:** 30 minutos

**Normas de aplicación:** El Ingeniero marcará en cada ítem de acuerdo lo que considere evaluado respecto lo observado.

**Niveles o rango:** Según la escala tipo Likert permite que el usuario exprese su opinión sobre la productividad en obras Retail, en grados de variables.

### **3.4.4. Confiabilidad de los instrumentos**

Según Hernández (2003, citado por Quichimbo 2013), indica que:

La confiabilidad de un instrumento de medición se refiere al grado en que su aplicación repetida al mismo sujeto u objeto, produce iguales resultados. (p 38).

La confiabilidad de los instrumentos fueron obtenidos mediante la aplicación del coeficiente “Alfa de Cron Bach” que nos dio el grado en que el instrumento es confiable. El Coeficiente Alfa de Cron Bach ( $\alpha$ ), se describe mediante la siguiente fórmula estadística:

$$\alpha = \left( \frac{n}{n-1} \right) \left[ 1 - \frac{\sum_{i=1}^n \sigma_{X_i}^2}{\sigma_X^2} \right] =$$

Dónde:

$\alpha$  : Coeficiente Alfa de Cron Bach

n : Número de ítems

$\sum \sigma_{xi}^2$ : Sumatoria de las Varianzas de los ítems

$\sigma_{X^2}$  : Varianza de la variable

Se usó la técnica del Coeficiente Alfa de Cron Bach debido a que las preguntas de nuestras encuestas poseen más de 2 respuestas, al ocurrir esto la escala en la que se miden dichas respuestas se le conoce como Likert. Se analizó pregunta por pregunta a través del software estadístico SPSS, en el cual se ingresa el banco de datos obtenido de las encuestas (como se muestra en la figura N°7 y figura N°8) y luego se procede a elegir la opción de Analizar→Escala→ Análisis de fiabilidad, dando como resultado la tabla N° 04 y tabla N° 5.

Cabe resaltar que cuando una encuesta posee tan sólo dos respuestas (si, no) se procede con otra escala llamada Dicotómico la cual conlleva a utilizar una técnica de confiabilidad distinta llamada Coeficiente de Kurt Richardson.

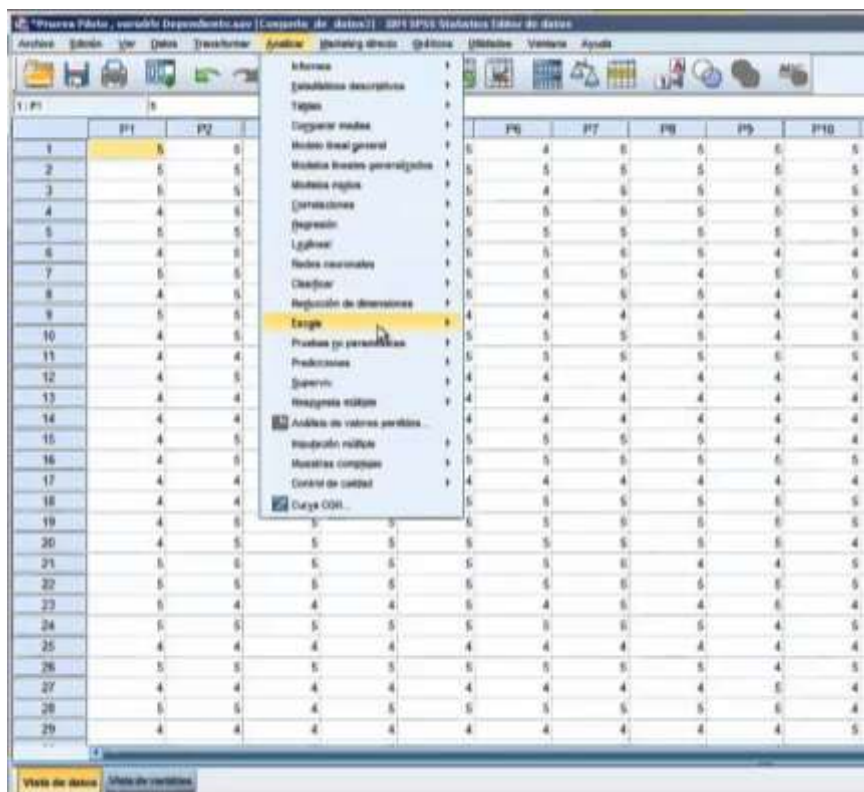


Figura N° 07. Captura de pantalla real SPSS 22. Fuente propia.

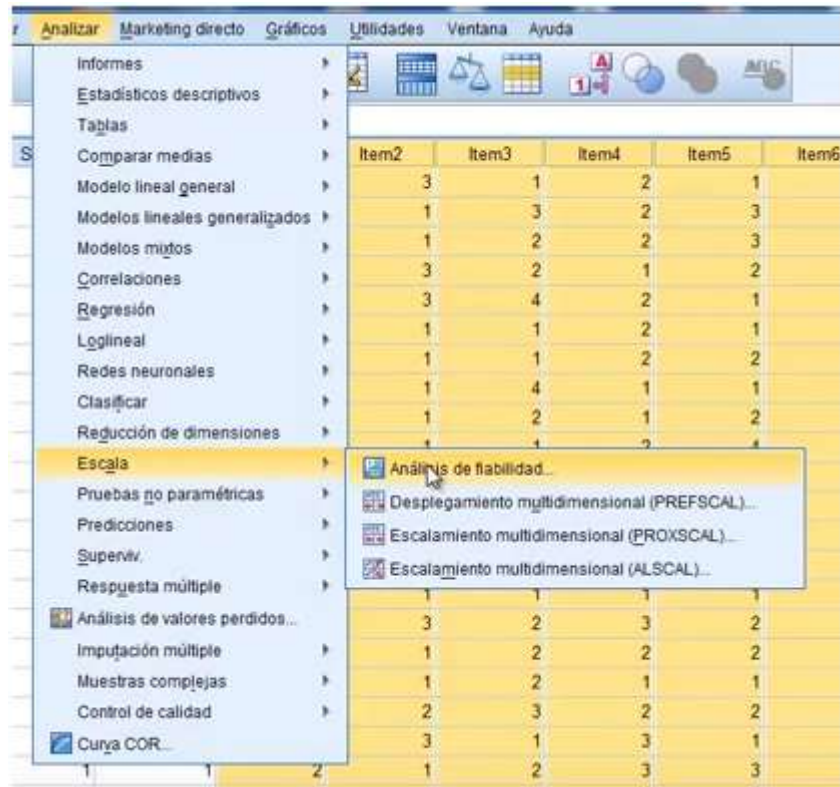


Figura N° 08. Captura de Pantalla Real 2 SPS22. Fuente Propia

El instrumento se sometió a la confiabilidad mediante el alfa de Cron Bach, Tamayo (2007, p. 68), quien define que la obtención que se logra cuando aplicada una prueba repetidamente a un mismo individuo o grupo, o al mismo tiempo por investigadores diferentes, da iguales o parecidos resultados indica que el instrumento es confiable. El estadístico utilizado es el alfa de Cron Bach, el cual requiere una sola administración del instrumento de medición y produce valores que oscilan entre 0 y 1. Su ventaja reside en que no es necesario dividir en dos mitades a los ítems del instrumento de medición, simplemente se aplica la medición y se calcula el coeficiente. En este caso la prueba piloto se realizó en 30 trabajadores.

Tabla 4

*Confiabilidad cuestionario sobre tecnología BIM*

**Resumen del procesamiento de los casos**

	N	%
Válidos	30	100,0
Casos Excluidos <sup>a</sup>	0	,0
Total	30	100,0

a. Eliminación por lista basada en todas las variables del procedimiento.

La prueba piloto se lleva a cabo de manera obligatoria ya que es un requisito para que la técnica estadística de Coeficiente de Con Bach funcione correctamente. Esto se realiza para verificar que la encuesta no va presentar trabas y pueda fluir de manera natural a través de los encuestados.

**Estadísticos de fiabilidad**

Alfa de Cronbach	N de elementos
,903	30

*Fuente: Elaboración Propia (2015)*

El presente cuadro es el resultado final que nos arroja el software SPSS 22 de forma directa después de haber ingresado los datos y seleccionado las opciones que se mencionó anteriormente.

**Interpretación:**

Considerando la siguiente escala (De Vellis 2006, p.8)

Por debajo de 0.60 es inaceptable

De .60 a .65 es indeseable.

Entre .65 y .70 es mínimamente aceptable.

De .70 a .80 es respetable.

De .80 a .90 es buena

De .90 a 1.00 Muy buena

Siendo los coeficientes de Alfa de Cron Bach superiores a 0.90, indicaría que el grado de confiabilidad del instrumento es muy bueno.

*Tabla 5*

*Confiabilidad cuestionario sobre productividad en obras RETAIL*

**Resumen del procesamiento de los casos**

	N	%
Válidos	30	100,0
Casos Excluidos <sup>a</sup>	0	,0
Total	30	100,0

a. Eliminación por lista basada en todas las variables del procedimiento.

**Estadísticos de fiabilidad**

Alfa de Cronbach	N de elementos
,825	30

*Fuente:* Elaboración Propia (2015)

**Interpretación:**

Considerando la siguiente escala (De Vellis 2006, p.8)



Por debajo de 0.60 es inaceptable  
De .60 a .65 es indeseable.  
Entre .65 y .70 es mínimamente aceptable.  
De .70 a .80 es respetable.  
De .80 a .90 es buena  
De .90 a 1.00 Muy buena

Siendo los coeficientes de Alfa de Cronbach superiores a 0.80, indicaría que el grado de confiabilidad del instrumento es bueno.

### **3.5. Aspectos éticos**

La realización de la presente investigación se hizo con el debido permiso de los Ingenieros entrevistados, con el compromiso que los datos obtenidos en la encuesta sólo serán usados para el presente estudio.

Al elaborar la encuesta se consideró en cada ítem el respeto a la persona, por lo que se evitó el uso de palabras, frases o contenidos que resulten soeces, desagradables, agraviantes, intimidantes o lesivas.

Se tomaron en consideración algunos aspectos de la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial (2000), como la participación voluntaria e información adecuada (consentimiento informado) que deben tener los individuos para participar en una investigación, respetar el derecho de los participantes a proteger su integridad, confidencialidad de su información y reducir al mínimo las consecuencias de la investigación sobre su integridad física y mental y su personalidad.

El trabajo no dejará consecuencias negativas en los usuarios estudiados, ni en la propias empresas, por cuanto se siguen rigurosamente los pasos de la investigación científica. El manejo de los datos serán realizados con la ética que exige este tipo de trabajo y los resultados se darán a conocer a los integrantes de la institución.

## **CAPITULO IV: DESAROLLO METODOLOGICO**

### **4.1 Antecedente: “Encuesta sobre Tecnología BIM y Productividad en obras Retail”**

El BIM es una tecnología reciente cuyo uso viene emergiendo en el Perú. Tan sólo pocas empresas entre grandes y pequeñas vienen incorporándolo dentro de sus procesos de diseño y/o construcción. A falta de estudios para contar con casos prácticos de aplicación e implementación de estas tecnologías, uno de los objetivos de esta investigación fue la de estudiar su uso y aplicabilidad adaptadas a las condiciones de gestión de los proyectos a nivel local a través de encuestas de opinión.

Se realizó entrevistas a un grupo de profesionales selectos del rubro de la construcción en obras retail, para que nos dieran su apreciación acerca del uso de la tecnología BIM en el diseño y construcción de las obras que han liderado y cuáles fueron los aspectos más importantes que influyeron en la producción de las mismas.

A partir de estos aportes realizamos una encuesta a la cual denominamos “Encuesta de tecnología BIM y productividad en obras retail”, la cual fue realizada a este mismo grupo de profesionales. Dichas encuestas fueron divididas en la misma cantidad de variables (2) que contiene la presente tesis, las cuales son tecnología BIM y productividad en obra. Cada encuesta consta de 30 preguntas, cuyas respuestas se miden a través de la escala de Likert (enumeradas del 1 al 5), la cual al sumarlas nos da un puntaje máximo de 150 y mínimo de 30, lo cual indica en qué rango de nivel se encuentra óptimo – regular – no óptimo, para el caso de tecnología BIM y para el caso de productividad en obra los rangos son alta, media o baja.

Esta experiencia permitió evaluar el potencial y los beneficios de utilizar la “construcción virtual” como proceso que permita mejorar la productividad en

obras retail. Además, de cómo incorporar las herramientas BIM a los procesos tradicionales de construcción explorando otras aplicaciones adicionales.

El grupo de profesionales selectos fueron seleccionados de manera tal que la mayoría haya experimentado por lo menos una vez el uso de la tecnología BIM, para de esa forma demostrar, a través de sus comentarios y opiniones, el objetivo principal de esta tesis, la cual es que la tecnología BIM optimiza la productividad en obras retail.

La lista de profesionales seleccionados para las encuestas fueron 50 constructores y 10 proyectistas, dando una población de 60 participantes en total. Sus nombres, profesión y código a continuación:

- Danilo Moyasevich Baca, Ingeniero Civil, CIP: 18379
- Egberto Avendaño Cabrera, Ingeniero Civil, CIP: 32208
- Roberto López Padilla, Ingeniero Civil, CIP: 18378
- Alberto Acebedo Herrera, Ingeniero Civil, CIP: 55846
- Víctor Mejía Pando, Ingeniero Civil 5817
- Elmer Zalazar Marín, Ingeniero Civil, CIP: 27333
- Alfredo Zegarra Tambo, Ingeniero Civil, CIP: 58647
- Ángel Martín Gaspar Quesada, Ingeniero Civil, CIP: 63345
- Abel Ramos Cuya, Ingeniero Civil, CIP: 56614
- Francisco Flores Alvarez, Ingeniero Civil, CIP: 166479
- Marvin Paul Izarra Soriano, Ingeniero Civil, CIP: 166541
- Joao Coaquira Contreras, Ingeniero Civil, CIP: 166415
- Pedro Zorilla Limaco, Ingeniero Civil, CIP: 172808
- Raul Pacheco Chatta, Ingeniero Civil, CIP: 170426
- Suehelen García Chaccha, Ingeniero Civil, CIP: 106940
- Augusto Paucar Puma, Ingeniero Civil, CIP: 49749
- Miguel Ángel Salías Muñoz, Ingeniero Civil, CIP: 165492
- Carlos Quiroz Gonzales, Ingeniero Civil, CIP: 54578
- Darwin López Culquicondor, Ingeniero Civil, CIP: 69320

- Jackeline de la Rosa Mori, Ingeniero Civil, CIP: 85370
- Anderson Sanchez Ñique, Ingeniero Civil, CIP: 7105
- Lener Sanchez Ñique, Ingeniero Civil, CIP: 98106
- Tiany Alessandra Mateo Medina, Arquitecta, CAP: 15579
- Juan Carlos Muñoz Gonzales, Ingeniero Civil, CIP: 38736
- Claritza Fernandez Davila Z. Arquitecta, CAP: 10033
- Hyrum Jacay Mogollon, Arquitecto, CAP: 16929
- Antony Lostaurau V, Bachiller Ingenieria Civil, DNI: 44919037
- Tang Tan Yuet Wa, Ingeniero Civil, CIP: 101761
- Henry Araujo Sernaqué, Ingeniero Civil, CIP: 170704
- Jose Caros Huasasquiche, Ingeniero Mecanico, CIP: 30005
- Pereyra Arevalo Ricardo, Ingeniero Civil, CIP: 146786
- Andrea Gamio Felipa, Arquitecta, CAP: 14180
- Niels Chirhuana Zapata, Bachiler Ingenieria Civil, DNI: 7332129
- Elizabeth Barca Contreras, Ingeniero Civil, CIP: 128024
- Jose Luis Mendieta Gutierrez, Arquitecto, CAP: 16074
- Leonel Elias Chilin Aylas, Ingeniero Mecánico, CIP: 108925
- Miguel Puycan Ucañay, Ingeniero Electricista, CIP: 124034
- Waldo Jose Inga Gutierrez, Bachiller Ingeniería Civil, DNI: 46381006
- Carlos Mosilot Bazan, Bachiller Ingeniería Civil, DNI: 46114354
- Javier Matos Motta, Bachiller Ingeniería Mecánica, DNI: 45189612
- Kelly Yuijan Jurado, Arquitecta, CAP: 15574
- Ballena Castillo Itala Adriana, Ingeniero Civil, CIP: 106155
- Arnaldo Regalado La Torre, Ingeniero Civil, CIP: 112333
- Marlon Sugar Ricra Aguilar, Ingeniero Civil, CIP: 131236
- Marco Timoteo Acuña, Ingeniero Civil, CIP: 132020
- Fernando Rodolfo Flores Clemente, Ingeniero Civil, CIP: 157178
- Bocanegra Castro Victor Antonio, Ingeniero Civil, CIP: 150593
- Cesar Alfredo Bernilla Ugaz, Ingeniero Civil, CIP: 61506
- Pereyra Bazan Octavio Alberto, Ingeniero Civil, CIP: 000187
- Jose Antonio Valdizan Martinez, Arquitecto, CAP: 011260

- De La Cruz Espino Freddy Moises, Ingeniero Civil, CIP: 060463
- Tenorio Sánchez Daniel, Ingeniero Civil, CIP: 172769
- Laguna Zúñiga Verónica Antuanet, Ingeniera Civil, CIP: 098028
- Alcazar Benites Santiago Alejandro, Ingeniero Civil, CIP: 082665
- Huamán Romero Ronald José, Ingeniero Civil, CIP: 175131
- Orellana Rivas Victor Herless, Ingeniero Civil, CIP: 137737
- Cossio López José Ademir, Ingeniero Civil, CIP: 173807
- Canales Rivas Jorge Andrés, Arquitecto, CAP: 002185
- Holguín Calvo Juan Alberto, Arquitecto, CAP: 007963
- Rivero Gutierrez Edgar Jesús, Arquitecto, CAP: 008907
- Figueroa Vilcarromero Joel Jesús, Ingeniero Civil, CIP: 172580
- Echaiz Alvis Hernando, Ingeniero Civil: CIP: 141716
- Giorfino Marroquin Verónica Susana, Arquitecta, CAP: 012087

### **Modelo de Encuestas**

Adjunta en anexos.

### **4.2 Técnicas para el procesamiento y análisis de los datos**

Para analizar cada una de las variables se ha utilizado del programa SPSS V. 22, El cual es un programa estadístico recolector de datos, el cual proporciona resultados objetivos de manera directa e inmediata, que ayudan a identificar la relación entre variables, lo cual es el propósito principal de esta tesis. Porcentajes en tablas y figuras para presentar la distribución de los datos, la estadística descriptiva y siendo las variables en el estudio cualitativas ordinales la prueba que corresponden son no paramétricas.

#### **4.2.1. Método Estadístico**

Fernández y Díaz (2007), indican que:

El Coeficiente de correlación de los rangos de Spearman, es una medida de asociación lineal que utiliza los rangos, números de orden, de cada grupo de sujetos y compara dichos rangos. Existen dos métodos para calcular el coeficiente de correlación de

los rangos uno señalado por Spearman y otro por Kendall. El r de Spearman llamado también rho de Spearman es más fácil de calcular que el de Kendall. El coeficiente de correlación de Spearman es exactamente el mismo que el coeficiente de correlación de Pearson calculado sobre el rango de observaciones. En definitiva la correlación estimada entre X e Y se halla calculado el coeficiente de correlación de Pearson para el conjunto de rangos apareados. El coeficiente de correlación de Spearman es recomendable utilizarlo cuando los datos presentan valores externos ya que dichos valores afectan mucho el coeficiente de correlación de Pearson, o ante distribuciones no normales. (p. 6).

El cálculo del coeficiente viene dado por:

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum d^2}{n(n^2 - 1)}$$

$\rho = r_s$

Dónde:

$\rho$  = Coeficiente de correlación por rangos de Spearman

$\sum$  = Diferencia entre los rangos

d = Diferencia entre los correspondientes estadísticos.

n = Número de parejas

Nivel de Significación:

Si  $\rho = 1$  Existe relación perfecta entre las variables

Si  $\rho = 0$  No existe relación entre las variables.

Si  $\rho = -1$  Existe relación Inversa entre las variables

#### 4.2.2. Prueba hipótesis

Reyes (2010), indica:

Los procedimientos que facilitan el decidir si una hipótesis se rechaza o no, así como el determinar si las muestras observadas difieren significativamente de los resultados esperados se llaman pruebas de hipótesis, ensayos de significancia o reglas de decisión.

Si en el supuesto de que una hipótesis determinada es cierta, se encuentra que los resultados observados en una muestra aleatoria difieren marcadamente de aquellos que cabía esperar con la hipótesis y con la variación propia del muestreo, se diría que las diferencias observadas son significativas y se estaría en condiciones de rechazar la hipótesis.(p. 7).

Hipótesis es una aseveración de una población elaborado con el propósito de poner a prueba, para verificar si la afirmación es razonable se usan datos.

#### 4.3 Reflejo de las Encuestas

<b>¿Qué cantidad de uso le da usted a la tecnología BIM para el diseño?</b>		
<b>Categoría</b>	<b>N° de Encuestados</b>	<b>%</b>
Siempre	15	25%
Casi siempre	10	17%
A veces	35	58%
Casi nunca	0	0%
Nunca	0	0%
<b>TOTAL</b>	<b>60</b>	<b>100%</b>

*Tabla 06. Reflejo de encuestas, utilización de tecnología BIM. Fuente: Elaboración propia*

Interpretación: Podemos observar en la Tabla N°06, que en su mayoría (el 60%) percibe que sólo a veces usan la tecnología BIM. Por experiencia propia, se puede

decir que esto se debe a que la mayoría de profesionales, al no conocer en profundidad los beneficios del uso de la tecnología BIM, piensan que al hacer uso de esta tecnología se va perder más tiempo de lo normal y sólo la usan cuando el cliente lo exige o cuando los tiempos de la obra son generosos.

¿Usted Utiliza la tecnología BIM para Elaboración de planos generales?	N° de Encuestados	Frecuencia	%
Siempre	15	0,25	25%
Casi siempre	5	0,08	8%
A veces	35	0,58	58%
Casi nunca	5	0,08	8%
Nunca	0	0,00	0%
<b>TOTAL</b>	<b>60</b>	<b>1,00</b>	<b>100%</b>

Tabla 07. Utilización de la tecnología BIM para Elaboración de planos generales.  
Fuente: Elaboración propia.

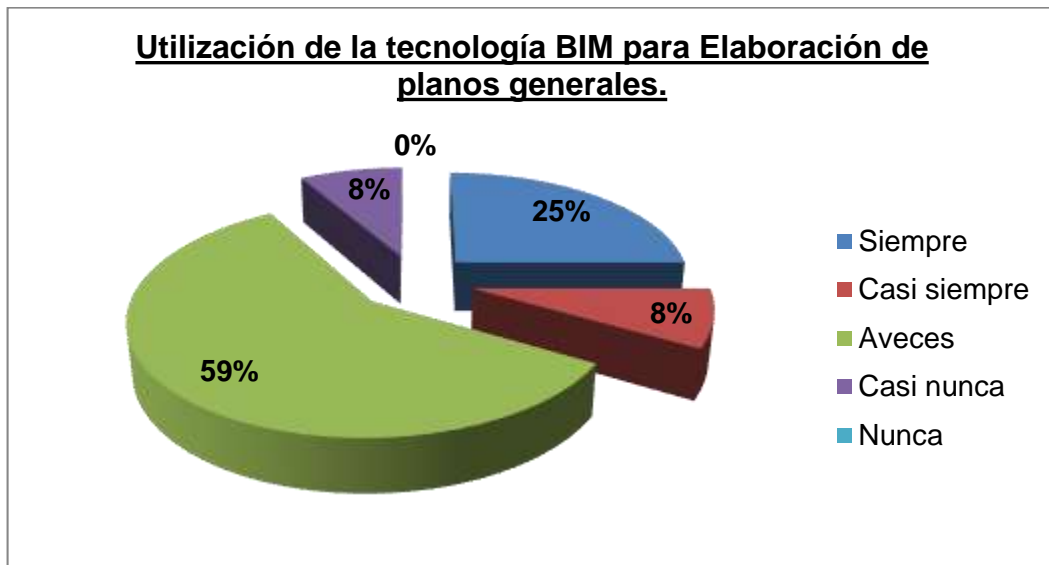


Figura 9. Utilización de la tecnología BIM para Elaboración de planos generales.  
Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** Podemos observar de la Tabla N°07 y Figura N°09, que en su mayoría (el 59%) a veces usan la tecnología BIM. Por experiencia propia, se puede decir que esto se debe a que la mayoría de profesionales prefieren crear los planos con métodos tradicionales ya que al tener que hacerlo con BIM implica la adquisición de software que respalden esta tecnología al igual que capacitación para sus trabajadores de oficina técnica, lo cual conlleva a un gasto extra de dinero.



¿Usted Utiliza la tecnología BIM para Elaboración de planos de detalles?	N° de Encuestados	Frecuencia	%
Siempre	35	0,58	58%
Casi siempre	5	0,08	8%
A veces	0	0,00	0%
Casi nunca	0	0,00	0%
Nunca	20	0,33	33%
<b>TOTAL</b>	<b>60</b>	<b>1,00</b>	<b>100%</b>

Tabla 08. Utilización de la tecnología BIM para Elaboración de planos de detalles.  
Fuente: Elaboración propia.

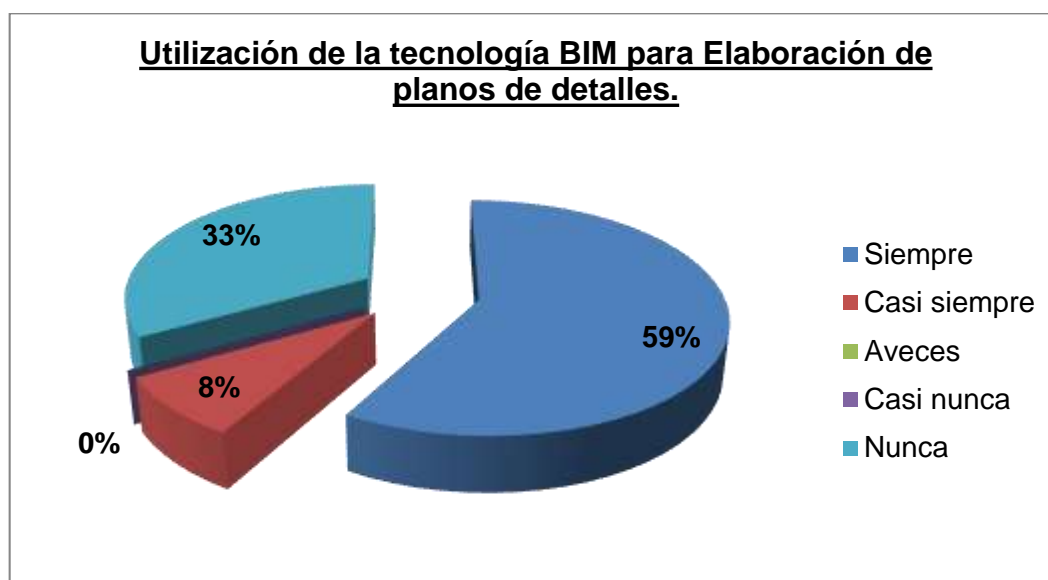


Figura 10. Utilización de la tecnología BIM para Elaboración de planos de detalles.  
Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** Podemos observar de la Tabla N° 08 y Figura N° 10, que en su mayoría (el 59%) de los profesionales encuestados siempre usan la tecnología BIM para elaborar sus planos a detalle, a diferencia de los planos generales, los planos a detalle son más importantes durante la construcción ya que estos representan los conflictos que se generan en tiempo real y es conveniente que los detalles sean claros y precisos.

¿Qué tan a menudo Cree Usted que existe escasez de profesionales en diseño con conocimiento en BIM?	N° de Encuestados	Frecuencia	%
Siempre	50	0,83	83%
Casi siempre	0	0,00	0%
A veces	0	0,00	0%
Casi nunca	0	0,00	0%
Nunca	10	0,17	17%
<b>TOTAL</b>	<b>60</b>	<b>1,00</b>	<b>100%</b>

Tabla 09. ¿Qué tan a menudo Cree Usted que existe escasez de profesionales en diseño con conocimiento en BIM? Fuente: Elaboración propia.

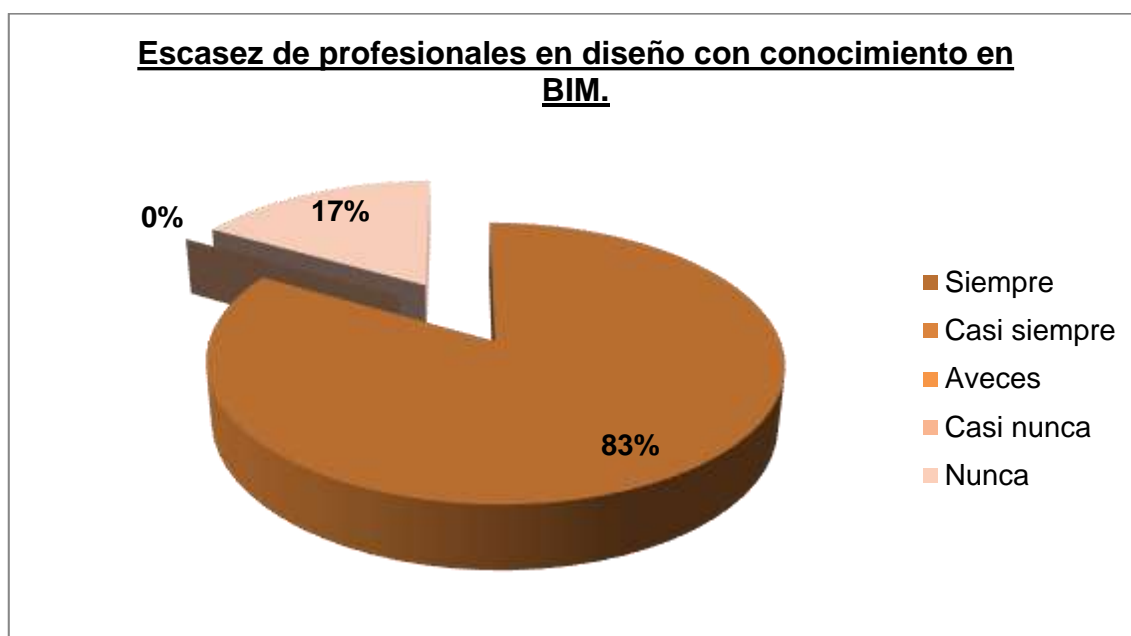


Figura 11. ¿Qué tan a menudo Cree Usted que existe escasez de profesionales en diseño con conocimiento en BIM? Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: Podemos observar en la Tabla N° 09 y Figura N° 11 que un rotundo 83% de los ingenieros considera que no existen profesionales capacitados en BIM encargados del diseño del proyecto. Esto se debe a que numerosas veces se encuentran incompatibilidades entre los planos de cada especialidad.

¿Cuenta con los planos y detalles de ingeniería terminados?	N° de Encuestados	Frecuencia	%
Siempre	45	0,75	75%
Casi siempre	0	0,00	0%
A veces	0	0,00	0%
Casi nunca	5	0,08	8%
Nunca	10	0,17	17%
<b>TOTAL</b>	<b>60</b>	<b>1,00</b>	<b>100%</b>

Tabla 10. ¿Cuenta con los planos y detalles de ingeniería terminados? Fuente: Elaboración propia.

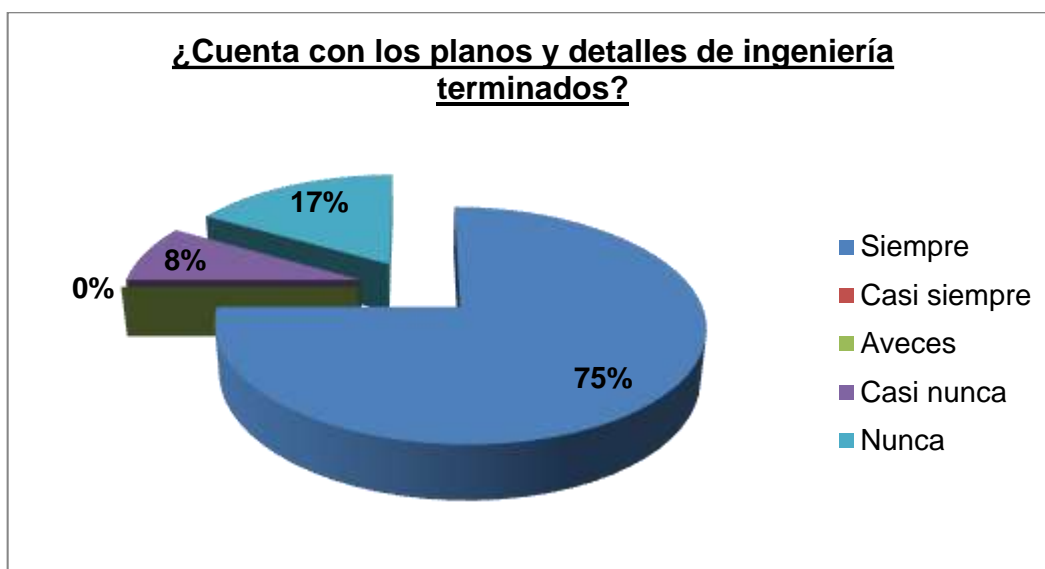


Figura 12. ¿Cuenta con los planos y detalles de ingeniería terminados? Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: Podemos observar en la Tabla N° 10 y Figura N° 12, que un 75% de los ingenieros encuestados considera que es indispensable tener los planos generales y los planos de detalles terminados para poder iniciar la obra, lo cual es una decisión correcta ya que de lo contrario se forzaría a actuar de manera aleatoria o espontánea generando posibles futuros errores y pérdidas.

¿En obras de Retail elabora una gran cantidad de RFI por Interferencias o incompatibilidades en los planos?	N° de Encuestados	Frecuencia	%
Siempre	45	0,75	75%
Casi siempre	0	0,00	0%
A veces	0	0,00	0%
Casi nunca	5	0,08	8%
Nunca	10	0,17	17%
<b>TOTAL</b>	<b>60</b>	<b>1,00</b>	<b>100%</b>

Tabla N° 11. ¿En obras de Retail elabora una gran cantidad de RFI por Interferencias o incompatibilidades en los planos? Fuente: Elaboración propia.



Figura 13. ¿En obras de Retail elabora una gran cantidad de RFI por Interferencias o incompatibilidades en los planos? Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** Clara muestra de la realidad en obra en nuestro país, Se puede apreciar en la Tabla N° 11 y Figura N° 13, que el 75% de los ingenieros encuestados percibe una cantidad excesiva de RFI's (Request For Information) durante la ejecución de la obra. Esto se debe a la falta de comunicación entre especialidades y a su vez entre contratista y cliente. Lo cual se puede evitar utilizando tecnología BIM en todos los campos del proyectos, desde su diseño hasta su término.

¿Cree Usted que la tecnología BIM Reduce los costos de construcción?	N° de Encuestados	Frecuencia	%
Siempre	15	0,25	25%
Casi siempre	10	0,17	17%
A veces	30	0,50	50%
Casi nunca	5	0,08	8%
Nunca	0	0,00	0%
<b>TOTAL</b>	<b>60</b>	<b>1,00</b>	<b>100%</b>

Tabla 12. ¿Cree Usted que la tecnología BIM Reduce los costos de construcción?  
Fuente: Elaboración propia.

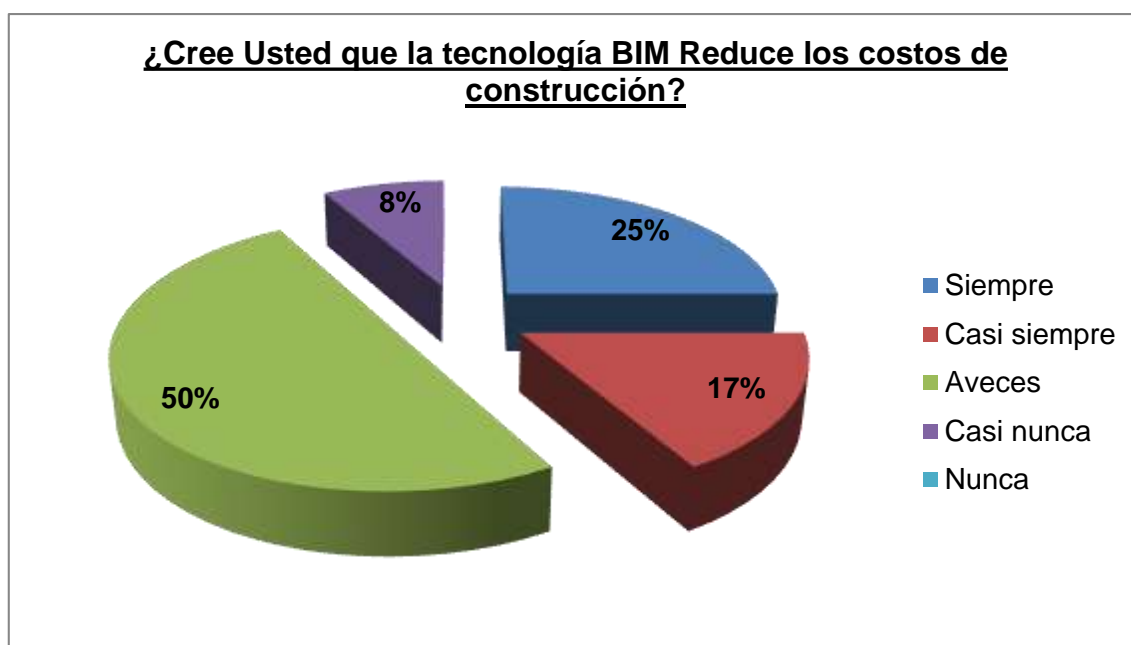


Figura 14. ¿Cree Usted que la tecnología BIM Reduce los costos de construcción?  
Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: De Tabla N° 12 y Figura N° 14 podemos percibir que el 50% de los encuestados considera que sólo a veces el uso de la tecnología BIM reduce los costos de la construcción, esto se debe a que, como ya sabemos, la tecnología BIM no se encuentra bien difundida, lo cual hace que no sea usada correctamente en la mayoría de sus casos, generando opiniones como la presente.

¿Qué tan a menudo se compatibilizan planos en la etapa previa a la construcción?	N° de Encuestados	Frecuencia	%
Siempre	30	0,50	50%
Casi siempre	0	0,00	0%
A veces	10	0,17	17%
Casi nunca	0	0,00	0%
Nunca	20	0,33	33%
<b>TOTAL</b>	<b>60</b>	<b>1,00</b>	<b>100%</b>

Tabla 13. Compatibilización de planos en la etapa previa a la construcción. Fuente: Elaboración propia.

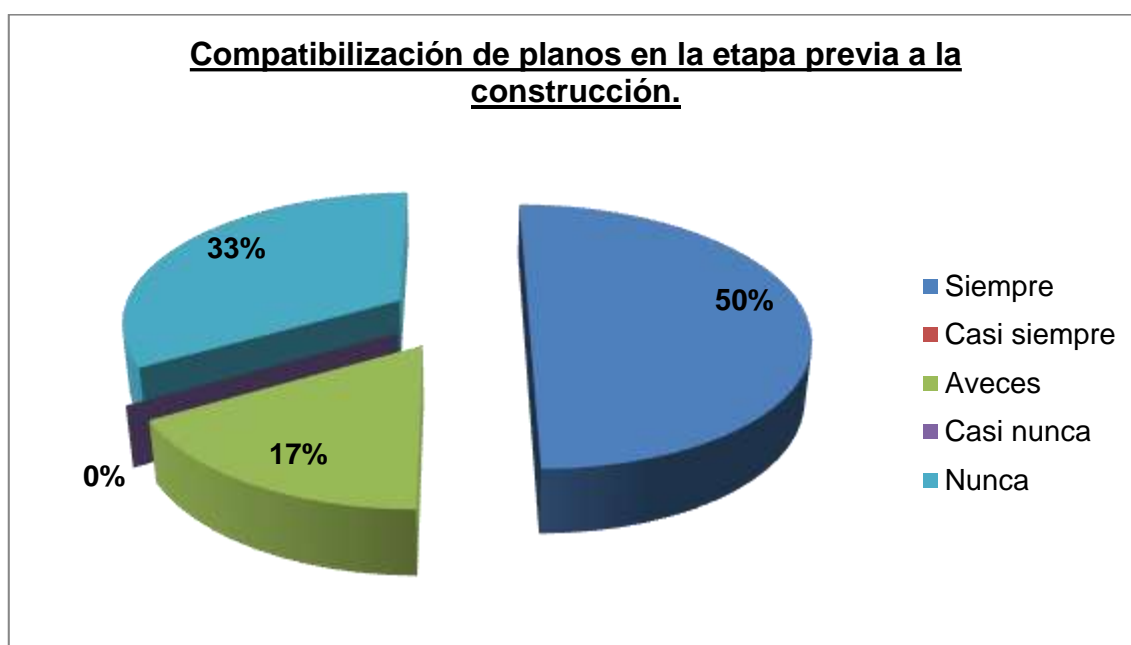


Figura 15. Compatibilización de planos en la etapa previa a la construcción. Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** En referencia a la figura 09, al no existir un correcto diseño en los planos del proyecto, se generan de forma inevitable las incompatibilidades entre los planos de cada especialidad, podemos observar en la Tabla N°13 y Figura N°15 que un 50% de los encuestados considera que siempre se compatibilizan los planos en oficina técnica previo a la ejecución del proyecto. Esto ocupa tiempo que puede ser utilizado en otra actividad que aporte a la productividad.

¿Cuenta con un staff encargado para metrados de la obra?	N° de Encuestados	Frecuencia	%
Siempre	35	0,58	58%
Casi siempre	0	0,00	0%
A veces	0	0,00	0%
Casi nunca	0	0,00	0%
Nunca	25	0,42	42%
<b>TOTAL</b>	<b>60</b>	<b>1,00</b>	<b>100%</b>

Tabla 14. ¿Cuenta con un staff encargado para metrados de la obra? Fuente: Elaboración propia.



Figura 16. ¿Cuenta con un staff encargado para metrados de la obra? Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** Podemos observar en la Tabla N° 14 y Figura N° 16 que siempre (58%) y un casi siempre (42%) predominan en el resultado de esta pregunta y definitivamente tiene sentido ya que la gran mayoría de empresas constructoras cuentan con personal destinado a la elaboración de metrados del proyecto. Hito importante para la elaboración del presupuesto.

¿Qué tan seguido cree Usted que al existir adicionales u órdenes de cambio hay que usar una mayor cantidad de recursos de los planificados?	N° de Encuestados	Frecuencia	%
Siempre	0	0,00	0%
Casi siempre	20	0,33	33%
A veces	10	0,17	17%
Casi nunca	30	0,50	50%
Nunca	0	0,00	0%
<b>TOTAL</b>	<b>60</b>	<b>1,00</b>	<b>100%</b>

Tabla 15. Utilización de mayor cantidad de recursos de los planificados al existir adicionales u órdenes de cambio. Fuente: Elaboración propia.

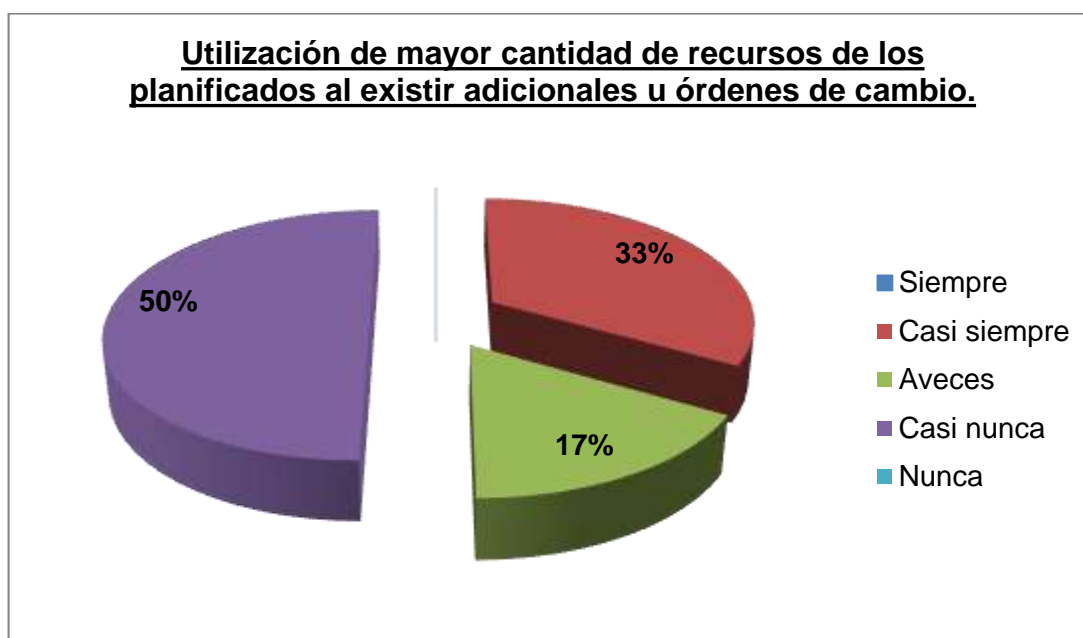


Figura 17. Utilización de mayor cantidad de recursos de los planificados al existir adicionales u órdenes de cambio. Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** Como opinión personal los tesisistas no están de acuerdo con el resultado de esta pregunta, ya que es un acto inevitable el que se genere el gasto de una mayor cantidad de recursos de lo planificado al existir adicionales u órdenes de cambio. De la Tabla N° 15 y Figura N° 17 se aprecia que el 50% de los encuestados considera que casi nunca se utiliza una mayor cantidad de recursos, esto se puede deber a que casi siempre las órdenes de cambio y adicionales vienen de la mano con un presupuesto adicional, lo cual compensa el gasto de recursos extra.



¿Con que frecuencia cumple la obra en el tiempo establecido?	N° de Encuestados	Frecuencia	%
Siempre	45	0,75	75%
Casi siempre	10	0,17	17%
A veces	0	0,00	0%
Casi nunca	0	0,00	0%
Nunca	5	0,08	8%
<b>TOTAL</b>	<b>60</b>	<b>1,00</b>	<b>100%</b>

Tabla 16. ¿Con que frecuencia cumple la obra en el tiempo establecido? Fuente: Elaboración propia.

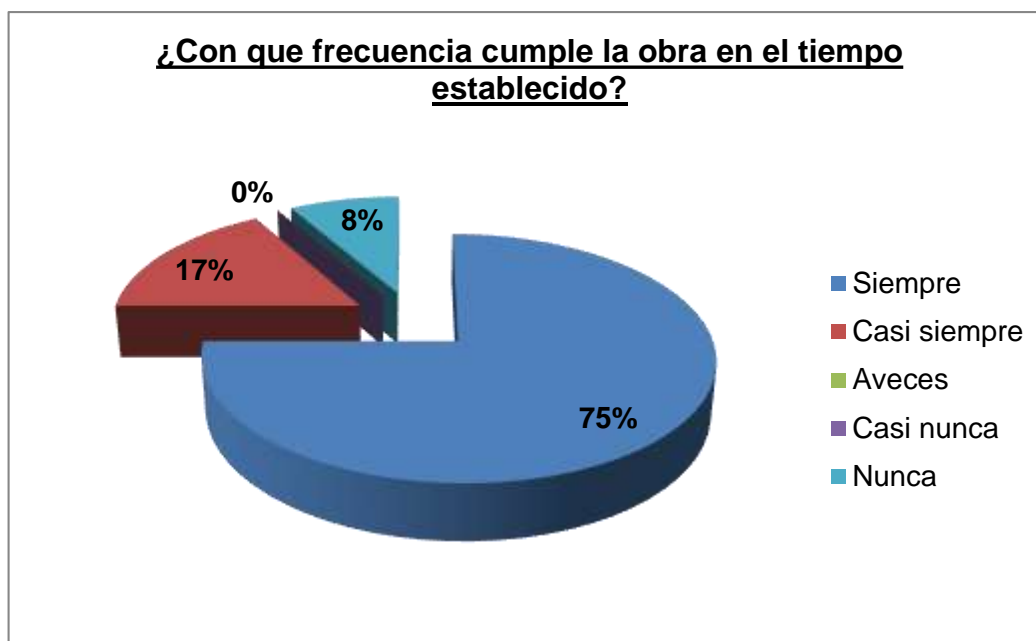


Figura 18. ¿Con que frecuencia cumple la obra en el tiempo establecido? Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** Podemos observar de la Tabla N° 16 y Figura N° 18 que un 75% de los ingenieros encuestados considera que sus proyectos se han terminado a tiempo, esto se debe a que de alguna u otra manera al usar la tecnología BIM, ya sea en su totalidad o tan sólo en algunos aspectos, sus obras han concluido según lo contractual.

¿Disminuye su producción al encontrar incompatibilidad en campo?	N° de Encuestados	Frecuencia	%
Siempre	30	0,50	50%
Casi siempre	5	0,08	8%
A veces	20	0,33	33%
Casi nunca	0	0,00	0%
Nunca	5	0,08	8%
<b>TOTAL</b>	<b>60</b>	<b>1,00</b>	<b>100%</b>

Tabla N° 17. ¿Disminuye su producción al encontrar incompatibilidad en campo?  
Fuente: Elaboración propia.

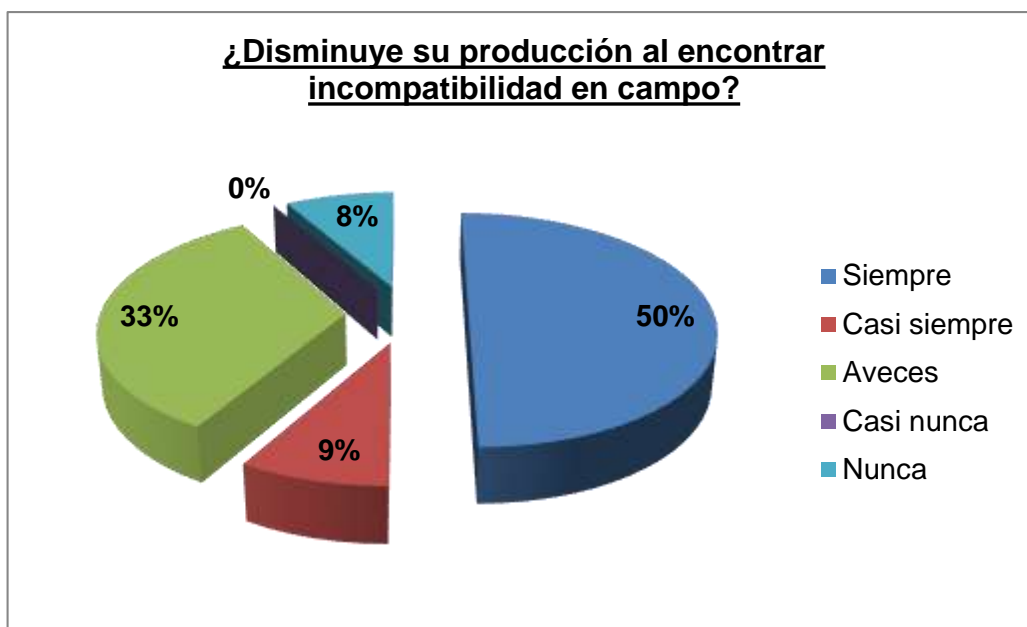


Figura 19. ¿Disminuye su producción al encontrar incompatibilidad en campo? Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Podemos observar en la Tabla N° 17 y Figura N° 19 que un 50% de los ingenieros encuestados considera que siempre se ha disminuido la producción durante la ejecución de sus proyectos al existir incompatibilidades, ya que esto genera pérdidas de tiempo, recursos y mano de obra.

## CAPÍTULO V: PRESENTACION DE RESULTADOS

### 5.1 Descripción de Resultados.

Tabla 18. La tecnología BIM y obras Retail en el Departamento de Lima

		Tecnología BIM			Total general
		No Optimo	Regular	Optimo	
Productividad en obras Retail	Alta	0 0,00%	0 0,00%	30 50,00%	<b>30</b> <b>50,00%</b>
	Media	5 8,33%	10 16,67%	10 16,67%	<b>25</b> <b>41,67%</b>
	Baja	5 8,33%	0 0,00%	0 0,00%	<b>5</b> <b>8,33%</b>
		<b>16,67%</b>	<b>16,67%</b>	<b>66,67%</b>	<b>100,00%</b>
<b>Total general</b>		<b>10</b>	<b>10</b>	<b>40</b>	<b>60</b>

Fuente: Cuestionario de Tecnología BIM y Obras Retail (Anexo 2)

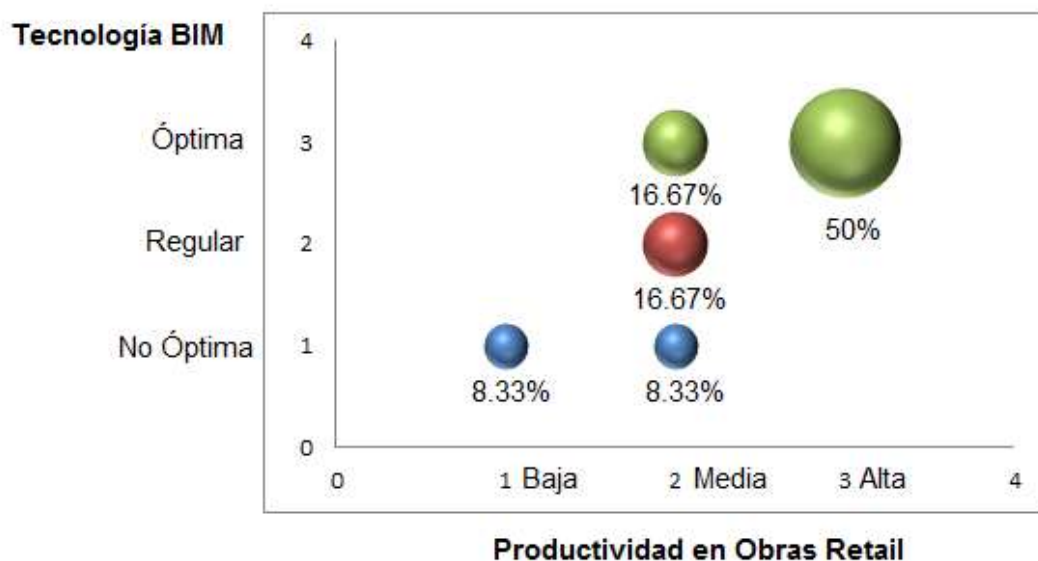


Figura 20. Diagrama de Burbuja La tecnología BIM y Productividad obras Retail

Interpretación:

Como se observa en la tabla N°18 y figura N°20; Cuando la productividad en obras Retail es baja, el 8,33% de los ingenieros percibe que tecnología BIM no es óptima, por otro lado, Cuando la productividad en obras Retail es media, el 16,67% de los ingenieros percibe que el aporte de la tecnología BIM es regular.

Así mismo, la productividad en obras Retail en un alto nivel, el 50.0% de los ingenieros percibe que tecnología BIM es óptima.

Tabla 19. La tecnología BIM y la producción obtenida en la productividad en obras Retail.

		Tecnología BIM			Total general
		No Óptimo	Regular	Óptimo	
Recursos Utilizados	Alta	0 0,00%	0 0,00%	30 50,00%	<b>30</b> <b>50,00%</b>
	Media	4 6,67%	10 16,67%	3 5,00%	<b>17</b> <b>28,33%</b>
	Baja	6 10,00%	0 0,00%	7 11,67%	<b>13</b> <b>21,67%</b>
		<b>16,67%</b>	<b>16,67%</b>	<b>66,67%</b>	<b>100,00%</b>
<b>Total general</b>		<b>10</b>	<b>10</b>	<b>40</b>	<b>60</b>

Fuente: Cuestionario de Tecnología BIM y Obras Retail (Anexo 2)



Figura 21. Diagrama de Burbuja de La tecnología BIM y la producción obtenida en la productividad en obras Retail.

Interpretación:

Como se observa en la tabla N°19 y figura N°21; los recursos utilizados en obras Retail en un nivel bajo, el 10% de los ingenieros perciben que la tecnología BIM no es óptima, por otro lado, los recursos utilizados en obras Retail en un nivel medio, el 16.67% de los ingenieros perciben que la

tecnología BIM es regular. Así mismo, los recursos utilizados en obras Retail en un nivel de alta, el 50% de los ingenieros percibe que tecnología BIM es óptima.

Tabla 20. La tecnología BIM optimiza los recursos utilizados en la productividad en obras Retail.

		Tecnología BIM			Total general
		No Óptimo	Regular	Óptimo	
Producción Obtenida	Alta	0 0,00%	0 0,00%	40 66,67%	<b>40</b> <b>66,67%</b>
	Media	5 8,33%	0 0,00%	0 0,00%	<b>17</b> <b>8,33%</b>
	Baja	5 8,33%	10 16,67%	0 0,00%	<b>13</b> <b>25,00%</b>
		<b>16,67%</b>	<b>16,67%</b>	<b>66,67%</b>	<b>100,00%</b>
<b>Total general</b>		<b>10</b>	<b>10</b>	<b>40</b>	<b>60</b>

Fuente: Cuestionario de Tecnología BIM y Obras Retail (Anexo 2)

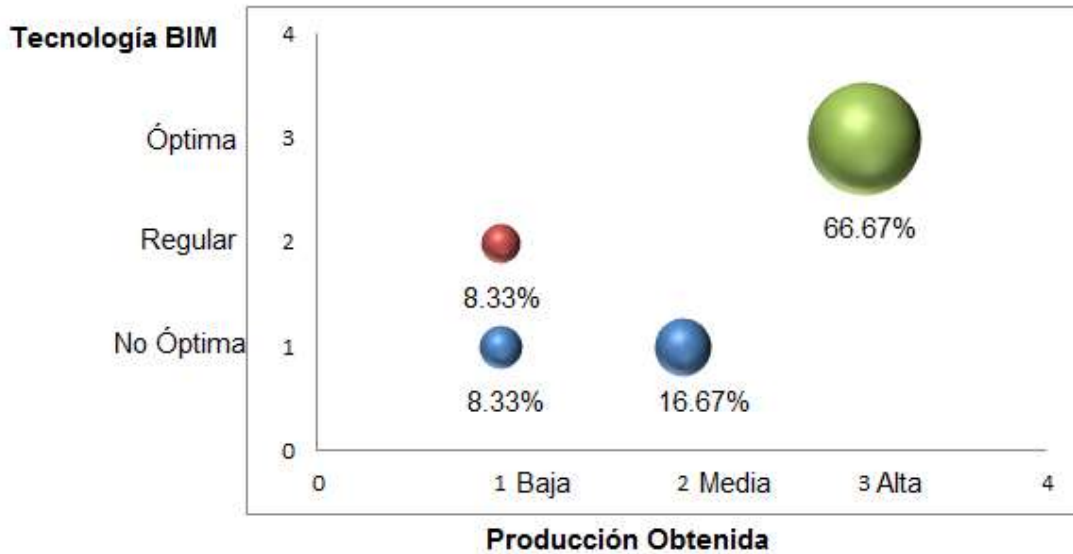


Figura 22. Diagrama de Burbuja de la tecnología BIM optimiza los recursos utilizados en la productividad en obras Retail.

Interpretación:

Como se observa en la tabla N°20 y figura N°22; los recursos utilizados en obras Retail en un nivel bajo, el 8.33% de los ingenieros percibe que la tecnología BIM es no óptima, por otro lado, los recursos utilizados en obras

Retail en un nivel medio, el 16.7% de los ingenieros percibe que tecnología BIM es No Optima. Así mismo, los recursos utilizados en obras Retail en un nivel de alta, el 66.67% de los ingenieros percibe que tecnología BIM es óptima.

## 5.2 Contrastación de Hipótesis

### Hipótesis general

La tecnología BIM optimiza la productividad en obras Retail en el Departamento de Lima.

### Hipótesis Nula.

La tecnología BIM no optimiza la productividad en obras Retail en el Departamento de Lima.

Tabla 21

*Correlación tecnología BIM y obras Retail*

<b>Correlaciones</b>			
		Tecnología BIM	Productividad En Obras Retail
	Coeficiente de correlación	1,000	,775**
Tecnología BIM			
Rho de Spearman	N	60	60
	Coeficiente de correlación	,775**	1,000
Productividad En Obras Retail			
	N	60	60

\*\* . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

El resultado de Rho de Spearman de 0.775 (Ver Tabla N° 21), El cual sirve para saber si hay relación entre 2 variables (BIM y Productividad) indica que existe relación positiva entre las variables, se acepta la hipótesis general. Por tanto se concluye que: La tecnología BIM optimiza la productividad en obras Retail

### Hipótesis específica 1

La tecnología BIM optimiza la producción obtenida en la productividad en obras Retail

### Hipótesis nula

La tecnología BIM no optimiza la producción obtenida en la productividad en obras Retail

Tabla 22

*Correlación tecnología BIM y los Recursos Utilizados en la productividad en obras Retail*

<b>Correlaciones</b>			
		Tecnología BIM	Dimensión 1: Recursos Utilizados
	Coeficiente de correlación	1,000	,548**
	Tecnología BIM		
Rho de Spearman	N	60	60
	Coeficiente de correlación	,548**	1,000
	Dimensión 1: Recursos Utilizados		
	N	60	60

\*\* . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

El resultado de Rho de Spearman de 0.548 (Ver Tabla N° 22), El cual sirve para saber si hay relación entre 2 variables (BIM y Recursos Utilizados) indica que existe relación positiva entre las variables, se acepta la hipótesis específica 1. Por tanto se concluye que: La tecnología BIM optimiza los recursos Utilizados en obras Retail.

## Hipótesis específica 2

La tecnología BIM optimiza los recursos utilizados en la productividad en obras Retail

## Hipótesis nula

La tecnología BIM no optimiza los recursos utilizados en la productividad en obras Retail

Tabla 23

*Correlación tecnología BIM y Producción obtenida en la productividad en obras Retail*

Correlaciones			
		Tecnología BIM	Dimensión 2: Producción Obtenida
	Coeficiente de correlación	1,000	,962**
	Tecnología BIM		
Rho de Spearman	N	60	60
	Coeficiente de correlación	,962**	1,000
	Dimensión 2: Producción Obtenida		
	N	60	60

\*\* . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

El resultado de Rho de Spearman de 0.962 (Ver Tabla N° 23), El cual sirve para saber si hay relación entre 2 variables (BIM y Producción Obtenida) indica que existe relación positiva entre las variables, se acepta la hipótesis específica 2. Por tanto se concluye que: La tecnología BIM optimiza la producción obtenida en obras de retail.



### 5.3 Discusión

#### **Discusión de Resultados.**

En cuanto al objetivo general, el resultado de Rho de Spearman de 0.775, El cual sirve para saber si hay relación entre 2 variables (BIM y Productividad) indica que existe relación positiva entre las variables, por lo cual se descarta la hipótesis nula y se acepta la hipótesis general. Por tanto se concluye que: La tecnología BIM optimiza la productividad en obras Retail

En cuanto al objetivo específico 1, el resultado de Rho de Spearman de 0.548 El cual sirve para saber si hay relación entre 2 variables (BIM y Recursos Utilizados) indica que existe relación positiva entre las variables, se acepta la hipótesis específica 1. Por tanto se concluye que: La tecnología BIM optimiza los recursos Utilizados en obras Retail

En cuanto al objetivo específico 2, el resultado de Rho de Spearman de 0.962, El cual sirve para saber si hay relación entre 2 variables (BIM y Producción Obtenida) indica que existe relación positiva entre las variables, se acepta la hipótesis específica 2. Por tanto se concluye que: La tecnología BIM optimiza la producción obtenida en obras de retail

De los hallazgos encontrado se determinó en cuanto a la productividad en obras Retail, que el 8.3% de los ingenieros percibieron que era baja, 41.7% media y el 50.0% que es alta.

De los hallazgos encontrado se determinó en cuanto a la Tecnología BIM, que el 16.6% de los ingenieros percibieron que era no óptima, 16.6% regular y el 67.8% que es óptima.

De los hallazgos encontrado se determinó en cuanto a los recursos utilizados, que el 21.7% de los ingenieros percibieron que era baja, 28.3% media y el 50.0% que es alta.

De los hallazgos encontrados se determinó en cuanto a la producción obtenida, que el 25% de los ingenieros percibieron que era baja, 8.3% media y el 66.67% que es alta.

La presente investigación corrobora lo planteado por Berdillana (2008), puesto que coincide en afirmar que las tecnologías informáticas para la visualización de la información en arquitectura, ingeniería y construcción están produciendo resultados favorables que evidencian técnica, calidad y progresivamente un menor tiempo de ejecución. Los estudios sobre la integración de medios digitales de manera general se inscriben en los procesos que se hallan dentro de las áreas de la visualización, automatización, diseño, fabricación digital, productividad. En diferentes partes del mundo, la integración de medios digitales en las profesiones ha sido gradual, progresiva y sin resistencia al cambio. Por el contrario, en la industria de la construcción, ha significado realizar grandes cambios en la estructura y en la cultura de las organizaciones, cambios que en nuestro país aún estamos intentando entender y asimilar. Así mismo el Modelo integrado de información para la construcción (BIM). El BIM integra múltiples soluciones para las distintas disciplinas, como la arquitectura, la ingeniería estructural, la ingeniería de instalaciones sanitarias-eléctricas-mecánicas y la construcción, mejorando la colaboración entre las distintas disciplinas. La capacidad multidisciplinaria de un modelo BIM tiene por finalidad obtener información acerca de la construcción en un formato inteligente, que puede ser usado para el análisis de datos y la simulación. BIM es una tecnología con múltiples aspectos como: la coordinación, la colaboración, la producción automatizada del dibujo, objetos inteligentes, simulación detallada de los resultados, la interoperabilidad y así sucesivamente. Tiene la capacidad de apoyar el diseño conceptual preliminar del modelado, es decir; tener el modelado conceptual dentro del BIM de manera que exista una conexión entre el diseño conceptual y el posterior desarrollo del proceso de diseño, asimismo; capacidad de generar renderings y animaciones. Al mismo tiempo, los modelos son más inteligentes y más eficientes (generan dibujos desde los modelos), con objetos inteligentes para mantener la asociatividad, conectividad y las

relaciones con otros objetos. Reduce la mano de obra tradicional del CAD y la integración directa con el análisis de costos, presupuestos, mano de obra, planificación, programación, 4D.

La presente investigación corrobora lo planteado por Vladimir (2013), puesto que coincide en afirmar que en proyectos de edificaciones, desarrollados según el modelo tradicional de entrega de proyectos Diseño/Licitación/Construcción, los documentos de diseño e ingeniería son elaborados en la etapa de diseño por arquitectos, consultorías y proyectistas de ingeniería, desempeñando un papel importante en los proyectos de construcción ya que trasladan las necesidades y requerimientos del cliente en planos y especificaciones técnicas. Estos documentos, al contener toda la información necesaria para llevar a cabo la construcción, sirven de base durante el proceso de licitación y posteriormente se entregan a la empresa contratista como documentos oficiales para que comience con la ejecución. En una situación ideal, los documentos contractuales del proyecto de construcción deberían estar completos, precisos, sin conflictos y ambigüedades, pero desafortunadamente esto es raramente encontrado y muy a menudo la contratista empieza la construcción con documentos incompatibles, erróneos e incompletos, requiriendo, por consiguiente, clarificaciones que tienen que ser respondidas por los proyectistas y diseñadores en pleno proceso de construcción. Cuando se da este caso, es esencial que la información sea entregada a la contratista eficientemente y sin retrasos, de lo contrario podría influir en la eficiencia durante el desarrollo del proyecto.

Igualmente se corrobora lo planteado por Aliaga (2012), puesto que se coincide en afirmar que en todo proyecto de ingeniería, el proceso de cómo va evolucionando el trabajo condiciona en parte el éxito del proyecto. A lo largo de los años, la complejidad de los proyectos ha ido en aumento y por lo tanto la cantidad de personas participantes para poder desarrollarlos también ha crecido, fomentado, entre otras razones, por la tecnología existente para poder llevarlos a cabo. Durante el desarrollo del proyecto, la etapa de diseño tiene

una mayor relevancia, ya que en ella se produce el mayor intercambio de ideas y modificaciones que condicionan la futura construcción del mismo. Gracias a la tecnología BIM, se puede tener un mejor control del proyecto completo en cada una de sus etapas, teniendo un buen acceso y manejo de la cantidad de información necesaria al nivel que se desee. Se trabaja en base a un modelo virtual con la información del proyecto de cada especialidad, logrando mejorar la manera en que se diseña.

Finalmente se corrobora lo planteado por Montellano (2015), puesto que se coincide en afirmar que las tecnologías BIM son la respuesta a esta necesidad sin embargo no pueden ser vistas como una máquina que simplemente se enciende y resuelve el problema. Estas tecnologías han puesto en evidencia las graves falencias a nivel general de la industria de la construcción.. Las tecnologías BIM son para los propietarios e ingenieros algo así como los simuladores de vuelo para pilotos y compañías aéreas. Permiten medir el desempeño en condiciones controladas y plantear escenarios problemáticos para ser resueltos y evitados. Lamentablemente, si nos mantenemos con el ejemplo anterior, en este “simulador de vuelo” no existen un piloto y un copiloto, existen muchos pilotos y todos quieren hacer las cosas como mejor les parece. Si estos pilotos no aprenden a comunicarse entre sí y a trabajar como equipo, lo más probable es que el “avión” (proyecto de construcción) se estrelle de manera irremediable y con la pérdida de todos los tripulantes y la aeronave.

## CONCLUSIONES

- 1 En cuanto al objetivo general, el resultado de Rho de Spearman de 0.775, El cual sirve para saber si hay relación entre 2 variables (BIM y Productividad) indica que existe relación positiva entre las variables, por lo cual se descarta la hipótesis nula y se acepta la hipótesis general, Esto quiere decir que aplicando correctamente la Tecnología BIM en obras de Retail podemos mejorar la productividad, reduciendo gastos de tiempo, recurso, planificación. Por tanto se concluye que: La tecnología BIM optimiza la productividad en obras Retail.
  
- .2 En cuanto al objetivo específico 1, el resultado de Rho de Spearman de 0.548 El cual sirve para saber si hay relación entre 2 variables (BIM y Recursos Utilizados) indica que existe relación positiva entre las variables, se acepta la hipótesis específico 1. Por tanto podemos decir que aplicando la Tecnología en obras retail, se optimizan los recursos en la etapa de diseño y construcción. En diseño al tener un modelo 3D se usan menos horas hombres para desarrollar detalles y en construcción se ejecutarían menos trabajos adicionales o demoliciones teniendo los planos al 100% desde el principio por lo que se concluye que: La tecnología BIM optimiza los recursos Utilizados en obras Retail.
  
- 3 En cuanto al objetivo específico 2, el resultado de Rho de Spearman de 0.962, El cual sirve para saber si hay relación entre 2 variables (BIM y Producción Obtenida) indica que existe relación positiva entre las variables, se acepta la hipótesis específica 2. Con esto podemos decir que al Implementar la tecnología BIM en una obra de Retail, la producción aumenta tanto en diseño como en construcción por que se encuentran menos incompatibilidades

en planos y en obra, los trabajos cumplen sus tiempos, algunos trabajos son realizados con mejor calidad y acabado, hay una mejor gestión de producción. Por tanto se concluye que: La tecnología BIM optimiza la producción obtenida en obras de retail.

## RECOMENDACIONES

- 1 Se recomienda que en las universidades e institutos del país se incluya un curso de tecnología BIM en la currícula ya que es el futuro de la construcción y no está siendo debidamente difundido en los estudiantes y egresados.
- 2 Al utilizar la tecnología BIM en el diseño de proyectos se corrigen las incompatibilidades, hay una mejor comunicación entre especialidades, se realiza una ingeniería más detallada, disminución de órdenes de cambio y mayor respuesta a los RFI, se facilita la comunicación con el cliente agregando valor al mismo.
- 3 Durante la ejecución del proyecto la tecnología BIM facilita la compatibilización de planos en obra, los metrados son más exactos, detección inmediata de interferencias, mejor planeamiento de obra, mejor calidad en los acabados, disminuye la cantidad de adicionales generados en obra.
- 4 La tecnología BIM optimiza el manejo de recursos en obra ocasionando una menor pérdida de materiales gracias a la exactitud de los metrados, se evita el volver a realizar partidas por incompatibilidades, se estabiliza el margen de ganancia al tener una buena gestión de los recursos utilizados.
- 5 La utilización de la tecnología BIM mejora la calidad del producto final profundizando el correcto desarrollo en cada partida establecida, se genera la facilidad al cliente y usuario de disponer con material detallado del proyecto (imágenes y modelamientos 3D), de las instalaciones para un mejor control y mantenimiento así como también para futuras remodelaciones.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcántara R. (2008) Modelando en BIM 3D y 4D para la construcción: Caso Proyecto Universidad del Pacífico
- Alfaro, B (2009), Proyecto: "Metodología de Investigación Científica Aplicado a la Ingeniería". Perú. Recuperado de:  
[http://www.unac.edu.pe/documentos/organizacion/vri/cdcitra/Informes\\_Finales\\_Investigacion/IF\\_ABRIL\\_2012/IF\\_ALFARO%20RODRIGUEZ\\_FIEE.pdf](http://www.unac.edu.pe/documentos/organizacion/vri/cdcitra/Informes_Finales_Investigacion/IF_ABRIL_2012/IF_ALFARO%20RODRIGUEZ_FIEE.pdf).
- Aliaga M. (2012). Tesis de Pregrado: Implementación y Metodología para la elaboración de modelos BIM para su aplicación en proyectos industriales multidisciplinarios. Universidad de Chile. Recuperado de; Biblioteca UC.
- Arias, S (1999) Artículo: El Proyecto de Investigación. Venezuela.  
Recuperado de: <http://es.slideshare.net/brendalozada/el-proyecto-de-investigacion-fidias-arias-3ra-edicion>.
- Salinas (2013) cita a Aschraft (2007) Tesis de Postgrado: Mejoras en la implementación de BIM en los procesos de diseño y construcción de la empresa Marcan. Universidad Peruana de; Ciencias Aplicadas. Recuperado de Area Académica de Ingeniería.
- Azhar S. (2008) "*Building Information Modeling: Benefits, Risks and Challenges*", Proceedings Of The 44th. Recuperado de: Asc National Conference, Auburn, Alabama, USA.
- Berdillana R. (2008). Tesis de Maestría: Tecnologías informáticas para la visualización de la información y su uso en la construcción -los sistemas 3d inteligente. Universidad Nacional de Ingeniería. Recuperado de; Biblioteca UNI.
- BIT (2001) Revista Numero 22 Junio - Índice de la productividad en la construcción Recuperado: [www.sav.us.es/pixelbit/pixelbit](http://www.sav.us.es/pixelbit/pixelbit)
- BuildingSMART Spanish Chapter (2014). Guía de Usuarios BIM. Recuperado de; [buildingsmart.es](http://buildingsmart.es)



- Bunge, P (2008) Artículo: *Metodología de la encuesta y el cuestionario*. Chile. Recuperado de: <http://seminariosdetesis.blogspot.com/2008/04/investigacion-7-metodologa-de-la.html>.
- Chapple F. (2009). Aplicación de BIM. Herramienta Modelo. Recuperado de; Revista BIT Chile.
- Chapple F. (2010). BIM más que 3D. Recuperado de; Revista BIT Chile.
- Cife (2007). CIFE Technical Reports. Recuperado de; [cife.stanford.edu](http://cife.stanford.edu)
- Colwell D. (2008). Improving Risk Management and Productivity in Megaprojects through ICT Investment. Recuperado de; [portaldeingenieria.com](http://portaldeingenieria.com)
- Danna K. (2009). Building Information Modeling A Strategic Implementation Guide for Architects, Engineers, Constructors and Real Estate Asset Managers.
- Definición.mx (2015). Definición de recursos materiales. Recuperado de; [www.definicion.mx](http://www.definicion.mx)
- Domínguez, R (2011), Artículo: *Criterios de Inclusión y exclusión*. Recuperado de: <https://es.scribd.com/doc/60130398/Criterios-de-Inclusion-y-Exclusion>.
- Eastman C. (1974). An outline of the building description system. Recuperado de; Carnegie Mellon University USA.
- Salinas (2013) cita a Eastman (2008). Tesis de Postgrado: Mejoras en la implementación de BIM en los procesos de diseño y construcción de la empresa Marcan. Universidad Peruana de; Ciencias Aplicadas. Recuperado de Area Académica de Ingeniería.
- Salinas (2013) cita a Eastman (2011). Tesis de Postgrado: Mejoras en la implementación de BIM en los procesos de diseño y construcción de la empresa Marcan. Universidad Peruana de; Ciencias Aplicadas. Recuperado de Area Académica de Ingeniería.
- Edward S. (1963) A man-machine graphical communication system. University of Cambridge. Recuperado de; <https://www.cl.cam.ac.uk>

- Exton (2007). Metodología/Características de BIM de Bentley Superan a Revit en Preferencia por 58 a 38% en Encuesta sobre BIM. Revista Business Wire. Recuperado de; [www.businesswire.com](http://www.businesswire.com)
- Fernández y Díaz (2007), Artículo: *Relación entre variables cuantitativas*. España. Recuperado de: [https://www.fisterra.com/mbe/investiga/var\\_cuantitativas/var\\_cuantitativas2.pdf](https://www.fisterra.com/mbe/investiga/var_cuantitativas/var_cuantitativas2.pdf)
- Fischer (2001). Investigaciones en Tecnología de Información aplicadas a la Industria A.E.C. Recuperado de; Reporte Técnico nº 124, Stanford University.
- Franco, R (2011), Artículo: *¿En qué Consisten los Estudios Correlacionales? Venezuela*. Recuperado de: <http://tesisdeinvestig.blogspot.com/2011/06/en-que-consisten-los-estudios.html>.
- Franco , R. (2012), Artículo: *¿Tesis de Investigación?. Venezuela*. Recuperado de: <http://tesisdeinvestig.blogspot.com/2012/01/poblacion-y-muestra.html>
- Salinas (2013) cita a GSA General Service Administration de los Estados Unidos (2014). Tesis de Postgrado: Mejoras en la implementación de BIM en los procesos de diseño y construcción de la empresa Marcan. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Recuperado de Area Académica de Ingeniería.
- Gómez F. (2013). Trabajo fin de grado. Interacción de procesos BIM sobre una vivienda del movimiento moderno. La Ville Savoye. Escola Universitaria de Arquitectura Tecnica. Recuperado de; [ruc.udc.es](http://ruc.udc.es)
- Salinas (2013) cita a Hardin (2009). Tesis de Postgrado: Mejoras en la implementación de BIM en los procesos de diseño y construcción de la empresa Marcan. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Recuperado de Area Académica de Ingeniería.
- Harris F (1999). Construction Management (Manual de gestión de proyecto y dirección de obra). Gustavo Gili Barcelona. Recuperado de; Universidad De Las Américas, Departamento de Ingeniería Civil.

- Hernández Sampieri, R. Fernández, C y Baptista P. (2010). *Metodología de la Investigación* (5ta Edic.) México Mc-Graw – Hill.
- Instituto Andaluz de Tecnología (2002). Guía Para Una Gestión Basada en Procesos. Recuperado de; centrosdeexcelencia.com
- Lahdou (2011). BIM for Project Managers. Thesis in the Master's Programme Design and Construction Project Management. Chalmers University of Technology Sweden. Recuperado de; publications.lib.chalmers.se
- Martin, C (2009). Impacto social, económico, ambiental y tecnológico de la investigación. Recuperado de; bvs.sld.cu
- Salinas (2013) cita a McGraw Hill Construction (2007). Tesis de Postgrado: Mejoras en la implementación de BIM en los procesos de diseño y construcción de la empresa Marcan. Universidad Peruana de; Ciencias Aplicadas. Recuperado de Area Académica de Ingeniería.
- Montellano Z. (2015). Tesis de Maestría: Procesos de implementación de Tecnologías BIM y diseño bajo las mismas en empresas de Ingeniería. Fundación Universitaria Iberoamericana. Recuperado de; <http://blogs.funiber.org/pt/wp-content/uploads/2015/04/Memoria-Carlos-Montellano.pdf>.
- Morales, F (2010), Artículo: *Conozca 3 tipos de investigación: Descriptiva, Exploratoria y Explicativa*. Chile. Recuperado de: <http://www.creadess.org/index.php/informate/de-interes/temas-de-interes/17300-conozca-3-tipos-de-investigacion-descriptiva-exploratoria-y-explicativa>.
- Moreno, G (2013), Artículo: *Metodología de investigación, pautas para hacer tesis*.  
Recuperado de: <http://tesis-investigacion-cientifica.blogspot.com/2013/08/disenos-no-experimentales.html>
- National Building Information Modelling Standard National Institute Of Building Science National BIM Report (2012).
- Niebel B (2001) Investigación: "Ingeniería industrial: métodos, estándares y diseño del trabajo". Alfaomega. México

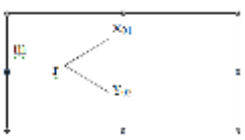
- NISTIR 7417 General Buildings Information Handover Guide: Principles, Methodology and Case Studies-Project Leaders: Kristine K. Fallon, Mark E. Palmer
- Orihuela (2005). Aplicaciones de Lean Design a Proyectos Inmobiliarios. Recuperado de; consorcio-ramses.com
- Penttilä (2006). The effects of information and communication technology (ICT) on architectural profession. Helsinki University of Technology (HUT). Recuperado de; www.mittaviiva.fi
- Quichimbo, T (2013), Tesis de Grado: *Influencia del uso de Técnicas Didácticas (Recursos) en el Rendimiento Académico en la Asignatura de Geometría de los Estudiantes de Tercero de Bachillerato Especialidad Físico Matemático del Colegio Menor Universidad Central*. Ecuador. Recuperado de: <http://200.93.225.12/bitstream/25000/1678/1/T-UCE-0010-244.pdf>.
- Reyes, R (2010), Tesis doctoral: *Análisis de Inferencia Estadística (Prueba de Hipótesis)*. México. Recuperado de: [http://www.chapingo.mx/dicifo/tesislic/2010/morales\\_reyes\\_lazaro\\_2010.pdf](http://www.chapingo.mx/dicifo/tesislic/2010/morales_reyes_lazaro_2010.pdf)
- Reyes R. (2014). Spanish journal of BIM. Recuperado de; bimforummexico.mx
- Rivas. J. (2011). Tipos de justificación en la investigación. Métodos y Técnicas de Investigación. Recuperado de; elaborapasoapaso.com
- Rischmoller (2012). Building Information Modeling. Encuentro de Ingeniería. Recuperado de; portaldeingenieria.com
- Rodríguez C. (2012). Mejoramiento de la productividad en la construcción de obras con lean construction, trenchless, cyclone, ezstrobe, BIM. Recuperado de; catalogo2015.uni.edu.pe
- Rojas (2011). Building Information Modeling BIM versión 1.5. Red Interamericana de Centros De Innovación En La Construcción. Recuperado de; Tesis de Postgrado Salinas Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- Salinas J. (2014). Implementación de BIM en Proyectos Inmobiliarios. Recuperado de; Biblioteca UPC

- Salman A. (2008). Building Information Modeling (BIM): Benefits, Risks and Challenges. Mc Whorter School of Building Science. Recuperado de; [www.tallerifc.es](http://www.tallerifc.es)
- Schmitt (1999). Basis and Future of CAAD (The information technology revolution in architecture). Basilea Birkhäuser. Recuperado de; [www.librarything.com](http://www.librarything.com)
- Serpell, A(1993). Administración de operaciones de construcción. Ediciones Universidad Católica de Chile, Recuperado: Biblioteca Tesis UC
- Succar B. (2009). Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. Automation in Construction. Recuperado de; [www.academia.edu](http://www.academia.edu)
- Tamayo y Tamayo, M. (2008). El Proceso de la Investigación Científica. Recuperado de: <http://es.scribd.com/doc/12235974/Tamayo-y-Tamayo-Mario-El-Proceso-de-la-Investigacion-Cientifica#scribd>
- Vázquez (2001). Las barras huecas de madera en la construcción de estructuras espaciales. A Coruña. Recuperado de; [www.tesisenred.net](http://www.tesisenred.net)

**Anexo 1. Matriz de Consistencia**

<b>TÍTULO</b>	<b>TITULO: TECNOLOGIA BIM Y LA OPTIMIZACION DE LA PRODUCTIVIDAD EN OBRAS RETAIL. AUTORES: BR. MUÑOZ MEDINA JUAN CARLOS / MIRANDA ECAIZ MIGUEL ANGEL.</b>
---------------	--

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES E INDICADORES						
<p><b>PROBLEMA GENERAL</b></p> <p>¿La tecnología BIM optimiza la productividad en obras Retail en el departamento de Lima?</p> <p><b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS.</b></p> <p>¿La tecnología BIM optimiza los recursos utilizados en la productividad en obras Retail en el departamento de Lima?</p> <p>¿La tecnología BIM optimiza la producción obtenida en la productividad de obras Retail en el departamento de Lima?</p>	<p><b>OBJETIVO GENERAL</b></p> <p>Determinar que la tecnología BIM optimiza la productividad en obras Retail en el departamento de Lima.</p> <p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS.</b></p> <p>Determinar que la tecnología BIM optimiza los recursos utilizados en la productividad en obras Retail en el departamento de lima</p> <p>Determinar que la tecnología BIM optimiza la producción obtenida en la productividad en obras Retail en el departamento de Lima.</p>	<p><b>HIPOTESIS GENERAL.</b></p> <p>La tecnología BIM optimiza la productividad en obras Retail en el Departamento de Lima.</p> <p><b>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.</b></p> <p>La tecnología BIM optimiza los recursos utilizados en la productividad en obras Retail.</p> <p>La tecnología BIM optimiza la producción obtenida en la productividad en obras Retail.</p>	<b>VARIABLE 1. TECNOLOGIA BIM.</b>						
			<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Ítems</b>	<b>Escalas</b>	<b>Niveles y Rangos</b>		
Diseño	Software Aplicación Utilidad Identificación	Del (01) al (15)	Nunca (1) Casi Nunca (2) A Veces (3) Casi Siempre (4) Siempre (5)	Óptimo	112-150	Regular	71-111	No Óptima	30-70
Construcción	Avance de obra Incompatibilidades Comunicación Interacción	Del (16) al (30)							
			<b>VARIABLE 2 PRODUCTIVIDAD EN OBRAS RETAIL.</b>						
<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Ítems</b>	<b>Escalas</b>	<b>Niveles y Rangos</b>					
Recursos Utilizados	Economía Difusión Coordinación Elaboración	Del (01) al (15)	Nunca (1) Casi Nunca (2) A Veces (3) Casi Siempre (4) Siempre (5)	Alta	112-150	Media	71-111	Baja	30-70
Producción obtenida	Gestión Tecnología Costos Beneficios	Del (16) al (30)							

METODO Y DISEÑO	POBLACIÓN	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	ESTADÍSTICA
<p>TIPO. Tipo Básica con enfoque cuantitativo DISEÑO. El presente estudio se clasifica dentro del Diseño descriptivo, correlacional, de investigación no experimental. El esquema del presente diseño es el siguiente:</p>  <p>Dónde: M = Muestra Y = Tecnología BIM X = Productividad en obra Retail. R = Relación</p>	<p><b>DEPARTAMENTO DE LIMA. 2015.</b></p> <p><b>Población</b> La población de interés en esta investigación, está conformada 300 Ingenieros Civiles y Arquitectos, que laboran en obras Retail, con conocimientos en la Tecnología BIM en la ciudad de Lima</p> <p><b>Muestra</b> La muestra de interés en esta investigación, es censal o poblacional porque está conformada por el criterio del investigador en la selección de 60 Ingenieros Civiles y Arquitectos, que laboran en obras Retail, con conocimientos en la Tecnología BIM en la ciudad de Lima</p>	<p><b>VARIABLE 1 TECNOLOGIA BIM</b> <b>INSTRUMENTO:</b> ENCUESTA. DE TECNOLOGIA BIM <b>TÉCNICAS:</b> ENCUESTA <b>AUTOR:</b> MUÑOZ / MIRANDA. URP. <b>AÑO:</b> 2015. <b>MONITOREO:</b> OCTUBRE 2015. <b>ÁMBITO DE APLICACIÓN:</b> DEPARTAMENTO DE LIMA. <b>FORMA DE ADMINISTRACIÓN:</b> DIRECTA</p> <p><b>VARIABLE 2 PRODUCTIVIDAD EN OBRAS RETAIL.</b> <b>INSTRUMENTO:</b> ENCUESTA DE PRODUCTIVIDAD EN OBRAS RETAIL. <b>TÉCNICAS:</b> ENCUESTA. <b>AUTOR:</b> MUÑOZ / MIRANDA. URP . <b>AÑO:</b> 2015. <b>MONITOREO:</b> OCTUBRE 2015. <b>ÁMBITO DE APLICACIÓN:</b> DEPARTAMENTO DE LIMA. <b>FORMA DE ADMINISTRACIÓN:</b> DIRECTA</p>	<p><b>Coefficiente de Correlación de Spearman:</b> En estadística, el coeficiente de correlación de Spearman, <math>\rho</math> es una medida de la correlación (la asociación o interdependencia) entre dos variables aleatorias continuas. Para calcular “<math>\rho</math>”, los datos son ordenados y reemplazados por su respectivo orden.</p> $\rho = 1 - \frac{6 \sum d^2}{n(n^2 - 1)}$ <p><math>\rho = r_s</math></p> <p>Dónde: <math>\rho</math> = Coeficiente de correlación por rangos de Spearman <math>\Sigma</math>= Diferencia entre los rangos <math>d</math> = Diferencia entre los correspondientes estadísticos. <math>n</math> = Número de parejas</p> <p><b>Nivel de Significación:</b> Si <math>p &lt; 0.05 \Rightarrow</math> Existe relación entre las variables Si <math>p &gt; 0.05 \Rightarrow</math> No existe relación entre las variables</p>

**Anexo 2. Instrumentos**  
**ENCUESTA DE TECNOLOGIA BIM**

Estimado (a) Ing. / Arq. , con el presente cuestionario pretendemos obtener información respecto a la Metodología BIM en las obras de Retail. En Lima. 2015, para lo cual le solicitamos su colaboración, respondiendo todas las preguntas. Los resultados nos permitirán tener un reporte del Uso y Manejo de BIM. Marque con una (X) la alternativa que considera pertinente en cada caso

ESCALA VALORATIVA

CÓDIGO	CATEGORÍA	
Sp	Siempre	5
CS	Casi Siempre	4
AV	A veces	3
CN	Casi Nunca	2
Nc	Nunca	1

VARIABLE 1: TECNOLOGIA BIM						
	DIMENSION 1: DISEÑO	SP	CS	AV	CN	NC
1	¿En los proyectos de obras Retail cuenta con un especialista en tecnología BIM?					
2	¿Qué cantidad de uso le da usted a la tecnología BIM para el diseño?					
3	¿Usted Utiliza regularmente los Programas Revit, Navisworks o Archicad?					
4	¿Usted Utiliza la tecnología BIM para visualización durante el diseño?					
5	¿Usted Utiliza la tecnología BIM para Elaboración de planos generales?					
6	¿Usted Utiliza la tecnología BIM para Elaboración de Renders o Imágenes foto realistas?					
7	¿Usted Utiliza la tecnología BIM para Elaboración de planos de detalles?					
8	¿Qué tan a menudo Cree Usted que existe escasez de profesionales en diseño con conocimiento en BIM?					
9	¿Usted Utiliza la tecnología BIM para coordinación de estructuras?					
10	¿Usted Utiliza la tecnología BIM para Coordinación de instalaciones?					



11	¿Cree Usted que los planos deben estar compatibilizados y terminados en la etapa de diseño?					
12	¿Qué tan a menudo Cree Usted que la tecnología BIM aumentaría honorarios profesionales?					
13	¿Qué tan a menudo Cree Usted que la tecnología BIM mejora la imagen y marketing de la empresa?					
14	¿Qué tan a menudo Cree Usted que la Tecnología BIM debe ser capacitada a los jóvenes?					
15	¿Qué tan a menudo Cree Usted que la tecnología BIM aumentara en usuarios para el diseño de proyectos?					
	<b>DIMENSION 2: CONSTRUCCIÓN</b>	<b>SP</b>	<b>CS</b>	<b>AV</b>	<b>CN</b>	<b>NC</b>
16	¿Usa usted la Tecnología BIM para la etapa de construcción y mantenimiento?					
17	Cuando inicia una obra Retail, ¿cuenta con los planos y detalles de ingeniería terminados?					
18	¿En obras de Retail elabora una gran cantidad de RFI por Interferencias o incompatibilidades en los planos?					
19	¿Qué tan seguido usted utiliza la tecnología BIM para metrados y presupuestos?					
20	¿Qué tan seguido usted utiliza la tecnología BIM para programación de obra?					
21	¿Qué tan seguido usted utiliza la tecnología BIM para Gestión o inspección de obras?					
22	¿Cree Usted que la Tecnología BIM Reduce los errores en los documentos de construcción?					
23	¿Cree Usted que la Tecnología BIM mejora la calidad del proyecto final?					
24	¿Cree Usted que la tecnología BIM Reduce los conflictos de construcción?					
25	¿Cree Usted que la tecnología BIM Reduce los costos de construcción?					
26	¿Cree Usted que la tecnología BIM Reduce el tiempo total de construcción?					
27	¿Usted cree que las ordenes de cambio y adicionales generan pérdida económica y pérdida de tiempo?					
28	¿Durante la etapa de construcción, usted encuentra en campo interferencias o incompatibilidades con otras especialidades?					
29	¿Cree usted que la Tecnología BIM genera beneficios en la etapa de construcción?					
30	¿Qué tan seguido quisiera que la tecnología BIM se utilice en sus proyectos?					

## ENCUESTA PRODUCTIVIDAD EN OBRAS RETAIL.

Estimado (a) Ing. / Arq. , con el presente cuestionario pretendemos obtener información respecto a la productividad en las obras de Retail. En Lima. 2015, para lo cual le solicitamos su colaboración, respondiendo todas las preguntas. Los resultados nos permitirán tener un enfoque de la productividad en obras de Retail. Marque con una (X) la alternativa que considera pertinente en cada caso

### ESCALA VALORATIVA

CÓDIGO	CATEGORÍA	
SP	Siempre	5
CS	Casi Siempre	4
AV	A veces	3
CN	Casi Nunca	2
NC	Nunca	1

VARIABLE 2: PRODUCTIVIDAD EN OBRAS RETAIL.						
	DIMENSION 1: RECURSOS UTILIZADOS	SP	CS	AV	CN	NC
1	¿Siente usted que realiza una buena gestión de recursos?					
2	¿Siente usted que cuenta con una buena estructura de control de recursos?					
3	¿La organización del staff de obra es siempre la adecuada?					
4	¿Qué tan a menudo existe eficiencia en la resolución de cambios en la obra?					
5	¿Qué tan a menudo se compatibilizan planos en la etapa previa a la construcción?					
6	¿Los recursos en obra se entregan a través de un plan de stock?					
7	¿Qué tan a menudo aumenta el uso de recursos en campo?					
8	¿Cuenta con un staff encargado para metrados de la obra?					
9	¿Pierde recursos (mano de obra, material) cuando los detalles de ingeniería no están muy claros?					
10	¿Qué tan seguido cree usted que un modelo virtual de la obra en 3D, ayudaría a mejorar el manejo de recursos?					
11	¿Qué tan seguido cree usted que con modelos 4D, se pueda anticipar los recursos para un periodo de mayor tiempo?					

12	¿Qué tan seguido cree usted que con modelos 4D se prevé y se tiene un mejor manejo de recursos?					
13	¿Qué tan seguido cree usted que el no identificar las restricciones a tiempo, repercuten con la productividad?					
14	¿Qué tan seguido cree Usted que al existir adicionales u órdenes de cambio hay que usar una mayor cantidad de recursos de los planificados?					
15	¿Qué tan seguido cree usted que utilizando la metodología BIM hay un mayor control de recurso?					
	<b>DIMENSION 2: PRODUCCIÓN OBTENIDA</b>	<b>SP</b>	<b>CS</b>	<b>AV</b>	<b>CN</b>	<b>NC</b>
16	¿Las actividades programadas cumplen a la fecha?					
17	¿Con que frecuencia cumple la obra en el tiempo establecido?					
18	¿Su planificación maestra se modifica constantemente?					
19	¿Cuenta con un equipo que se encargue de la mejora de procesos					
20	¿Cuenta con un equipo encargado de la supervisión de los ciclos de trabajo?					
21	¿Cumple con las metas programadas semanalmente?					
22	¿Al encontrar una incompatibilidad en los planos son resueltos al momento?					
23	¿Disminuye su producción al encontrar incompatibilidad en campo?					
24	¿Al visualizar los elementos que queremos construir, mejoraría la planificación en campo?					
25	¿Cree usted que al no contar con los planos e ingeniería de detalle al 100%, repercute su producción?					
26	¿Cree usted que el tiempo para capacitación del personal es una pérdida?					
27	¿Cree usted que al existir adicionales u órdenes de cambio disminuye el flujo productivo?					
28	¿Al generarse un adicional u orden de cambio la oficina técnica debe trabajar a tiempo completo para realizar la compatibilización, metrados y planeamiento de trabajos?					
29	¿Usted cree que con la metodología BIM los trabajos de oficina técnica en metrar, planificar y compatibilizar los planos se realizan de manera más efectiva y en menos tiempo?					
30	¿Cree usted que con la tecnología BIM hay una mayor producción obtenida?					

### Anexo 3. Base de Datos.

#### BASE DE DATOS

PRODUCTIVIDAD EN OBRAS RETAIL																															
RECURSOS UTILIZADOS															PRODUCCIÓN OBTENIDA																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	0
1	1	5	1	5	5	5	3	5	4	5	3	5	5	2	2	2	5	1	5	5	1	5	5	5	4	5	5	5	5	2	2
2	4	5	1	1	1	3	3	1	5	5	4	5	2	4	4	2	4	5	1	1	1	3	3	1	5	5	5	5	5	2	
3	1	5	1	5	5	5	3	5	4	5	3	5	5	2	2	2	5	1	5	5	1	5	5	4	5	5	5	5	2	2	
4	5	1	1	2	1	1	2	1	1	4	1	1	5	4	3	4	5	5	5	5	5	5	3	3	5	1	4	4	4	2	
5	1	5	1	5	5	5	3	5	4	5	3	5	5	2	2	2	5	1	5	5	1	5	5	4	5	5	5	2	2		
6	1	5	1	5	5	5	3	5	4	5	3	5	5	2	2	2	5	1	5	5	1	5	5	4	5	5	5	2	2		
7	4	2	2	3	3	5	1	1	1	4	1	2	3	3	5	3	1	1	1	5	1	3	1	1	5	1	5	5	1	3	
8	1	5	1	5	5	5	3	5	4	5	3	5	5	2	2	2	5	1	5	5	1	5	5	4	5	5	5	2	2		
9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	1	1	2	4	4	4	4	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	5	5	2	
10	1	5	1	5	1	1	1	1	1	1	3	5	5	2	2	2	5	1	5	5	1	5	5	4	5	5	5	2	2		
11	5	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	3	4	5	5	5	5	5	5	3	3	5	1	4	4	4	2		
12	4	2	2	3	3	5	4	5	5	4	5	2	3	3	5	3	5	5	3	5	5	3	3	5	3	4	2	2	2	3	
13	1	5	1	5	5	5	3	5	4	5	3	5	5	2	2	2	5	1	5	5	1	5	5	4	5	5	5	2	2		
14	4	5	1	1	1	3	3	1	5	5	4	5	2	4	4	2	4	5	1	1	1	3	3	1	5	5	5	5	2		
15	1	5	1	5	5	5	3	5	4	5	3	5	5	2	2	2	5	1	5	5	1	5	5	4	5	5	5	2	2		
16	5	1	1	2	1	1	2	1	1	4	1	1	5	4	3	4	5	5	5	5	5	5	3	3	5	1	4	4	4	2	
17	1	5	1	5	5	5	3	5	4	5	3	5	5	2	2	2	5	1	5	5	1	5	5	4	5	5	5	2	2		
18	1	5	1	5	5	5	3	5	4	5	3	5	5	2	2	2	5	1	5	5	1	5	5	4	5	5	5	2	2		
19	4	2	2	3	3	5	1	1	1	4	1	2	3	3	5	3	1	1	1	5	1	3	1	1	5	1	5	5	1	3	
20	1	5	1	5	5	5	3	5	4	5	3	5	5	2	2	2	5	1	5	5	1	5	5	4	5	5	5	2	2		
21	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	1	1	2	4	4	4	4	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	5	5	2	
22	1	5	1	5	1	1	1	1	1	1	3	5	5	2	2	2	5	1	5	5	1	5	5	4	5	5	5	2	2		
23	5	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	3	4	5	5	5	5	5	5	3	3	5	1	4	4	4	2		
24	4	2	2	3	3	5	4	5	5	4	5	2	3	3	5	3	5	5	3	5	5	3	3	5	3	4	2	2	2	3	
25	1	5	1	5	5	5	3	5	4	5	3	5	5	2	2	2	5	1	5	5	1	5	5	4	5	5	5	2	2		
26	4	5	1	1	1	3	3	1	5	5	4	5	2	4	4	2	4	5	1	1	1	3	3	1	5	5	5	5	2		
27	1	5	1	5	5	5	3	5	4	5	3	5	5	2	2	2	5	1	5	5	1	5	5	4	5	5	5	2	2		
28	5	1	1	2	1	1	2	1	1	4	1	1	5	4	3	4	5	5	5	5	5	5	3	3	5	1	4	4	4	2	

29	1	5	1	5	5	5	3	5	4	5	3	5	5	2	2	2	5	1	5	5	1	5	5	5	4	5	5	5	2	2
30	1	5	1	5	5	5	3	5	4	5	3	5	5	2	2	2	5	1	5	5	1	5	5	5	4	5	5	5	2	2
31	4	2	2	3	3	5	1	1	1	4	1	2	3	3	5	3	1	1	1	5	1	3	1	1	5	1	5	5	1	3
32	1	5	1	5	5	5	3	5	4	5	3	5	5	2	2	2	5	1	5	5	1	5	5	5	4	5	5	5	2	2
33	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	1	1	2	4	4	4	4	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	5	5	2
34	1	5	1	5	1	1	1	1	1	1	3	5	5	2	2	2	5	1	5	5	1	5	5	5	4	5	5	5	2	2
35	5	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	3	4	5	5	5	5	5	5	3	3	5	1	4	4	4	2
36	4	2	2	3	3	5	4	5	5	4	5	2	3	3	5	3	5	5	3	5	5	3	3	5	3	4	2	2	2	3
37	1	5	1	5	5	5	3	5	4	5	3	5	5	2	2	2	5	1	5	5	1	5	5	5	4	5	5	5	2	2
38	4	5	1	1	1	3	3	1	5	5	4	5	2	4	4	2	4	5	1	1	1	3	3	1	5	5	5	5	5	2
39	1	5	1	5	5	5	3	5	4	5	3	5	5	2	2	2	5	1	5	5	1	5	5	5	4	5	5	5	2	2
40	5	1	1	2	1	1	2	1	1	4	1	1	5	4	3	4	5	5	5	5	5	5	3	3	5	1	4	4	4	2
41	1	5	1	5	5	5	3	5	4	5	3	5	5	2	2	2	5	1	5	5	1	5	5	5	4	5	5	5	2	2
42	1	5	1	5	5	5	3	5	4	5	3	5	5	2	2	2	5	1	5	5	1	5	5	5	4	5	5	5	2	2
43	4	2	2	3	3	5	1	1	1	4	1	2	3	3	5	3	1	1	1	5	1	3	1	1	5	1	5	5	1	3
44	1	5	1	5	5	5	3	5	4	5	3	5	5	2	2	2	5	1	5	5	1	5	5	5	4	5	5	5	2	2
45	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	1	1	2	4	4	4	4	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	5	5	2
46	1	5	1	5	1	1	1	1	1	1	3	5	5	2	2	2	5	1	5	5	1	5	5	5	4	5	5	5	2	2
47	5	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	3	4	5	5	5	5	5	5	3	3	5	1	4	4	4	2
48	4	2	2	3	3	5	4	5	5	4	5	2	3	3	5	3	5	5	3	5	5	3	3	5	3	4	2	2	2	3
49	1	5	1	5	5	5	3	5	4	5	3	5	5	2	2	2	5	1	5	5	1	5	5	5	4	5	5	5	2	2
50	4	5	1	1	1	3	3	1	5	5	4	5	2	4	4	2	4	5	1	1	1	3	3	1	5	5	5	5	5	2
51	1	5	1	5	5	5	3	5	4	5	3	5	5	2	2	2	5	1	5	5	1	5	5	5	4	5	5	5	2	2
52	5	1	1	2	1	1	2	1	1	4	1	1	5	4	3	4	5	5	5	5	5	5	3	3	5	1	4	4	4	2
53	1	5	1	5	5	5	3	5	4	5	3	5	5	2	2	2	5	1	5	5	1	5	5	5	4	5	5	5	2	2
54	1	5	1	5	5	5	3	5	4	5	3	5	5	2	2	2	5	1	5	5	1	5	5	5	4	5	5	5	2	2
55	4	2	2	3	3	5	1	1	1	4	1	2	3	3	5	3	1	1	1	5	1	3	1	1	5	1	5	5	1	3
56	1	5	1	5	5	5	3	5	4	5	3	5	5	2	2	2	5	1	5	5	1	5	5	5	4	5	5	5	2	2
57	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	1	1	2	4	4	4	4	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	5	5	2
58	1	5	1	5	1	1	1	1	1	1	3	5	5	2	2	2	5	1	5	5	1	5	5	5	4	5	5	5	2	2
59	5	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	3	4	5	5	5	5	5	5	3	3	5	1	4	4	4	2
60	4	2	2	3	3	5	4	5	5	4	5	2	3	3	5	3	5	5	3	5	5	3	3	5	3	4	2	2	2	3

N°	TECNOLOGIA BIM																														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
1	3	4	2	4	3	5	5	5	4	3	4	3	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
2	5	2	3	3	5	4	5	5	4	5	3	3	3	5	5	2	1	1	1	1	1	4	1	4	4	4	4	4	1	1	1
3	3	4	2	4	3	5	5	5	4	3	4	3	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	3	2	2	2	2
4	5	2	3	3	5	5	1	5	4	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	4	3	1	4
5	3	4	2	4	3	5	5	5	4	3	4	3	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	3	2	2	2	2
6	3	4	2	4	3	5	5	5	4	3	4	3	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	3	2	2	2	2
7	4	1	5	3	2	1	1	1	4	1	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4
8	3	4	2	4	3	5	5	5	4	3	4	3	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	3	2	2	2	2	2
9	3	5	5	1	4	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1	4	4	4	1	4	4	1	4	3	4	4
10	3	4	2	4	3	5	5	5	4	3	4	3	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	3	2	2	2	2
11	5	2	3	3	5	5	1	5	4	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	4	3	1	4	
12	4	2	2	3	3	5	4	5	5	4	5	2	3	3	5	4	5	5	4	5	3	3	3	5	5	3	5	2	1	1	
13	3	4	2	4	3	5	5	5	4	3	4	3	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	3	2	2	2	2
14	5	2	3	3	5	4	5	5	4	5	3	3	3	5	5	2	1	1	1	1	1	4	1	4	4	4	4	1	1	1	1
15	3	4	2	4	3	5	5	5	4	3	4	3	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	3	2	2	2	2
16	5	2	3	3	5	5	1	5	4	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	4	3	1	4	
17	3	4	2	4	3	5	5	5	4	3	4	3	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	3	2	2	2	2
18	3	4	2	4	3	5	5	5	4	3	4	3	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	3	2	2	2	2
19	4	1	5	3	2	1	1	1	4	1	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4
20	3	4	2	4	3	5	5	5	4	3	4	3	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	3	2	2	2	2
21	3	5	5	1	4	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1	4	4	4	1	4	4	1	4	3	4	4
22	3	4	2	4	3	5	5	5	4	3	4	3	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	3	2	2	2	2
23	5	2	3	3	5	5	1	5	4	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	4	3	1	4	
24	4	2	2	3	3	5	4	5	5	4	5	2	3	3	5	4	5	5	4	5	3	3	3	5	5	3	5	2	1	1	
25	3	4	2	4	3	5	5	5	4	3	4	3	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	3	2	2	2	2
26	5	2	3	3	5	4	5	5	4	5	3	3	3	5	5	2	1	1	1	1	1	4	1	4	4	4	4	1	1	1	1
27	3	4	2	4	3	5	5	5	4	3	4	3	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	3	2	2	2	2
28	5	2	3	3	5	5	1	5	4	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	4	3	1	4	4
29	3	4	2	4	3	5	5	5	4	3	4	3	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	3	2	2	2	2
30	3	4	2	4	3	5	5	5	4	3	4	3	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	3	2	2	2	2
31	4	1	5	3	2	1	1	1	4	1	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4
3	3	4	2	4	3	5	5	5	4	3	4	3	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	3	2	2	2	2	2



PRODUCTIVIDAD EN OBRAS RETAIL PRUEBA PILOTO																															
RECURSOS UTILIZADOS															PRODUCCIÓN OBTENIDA																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
1	1	5	1	5	5	5	3	5	4	5	3	5	5	2	2	2	5	1	5	5	1	5	5	5	4	5	5	5	5	2	2
2	4	5	1	1	1	3	3	1	5	5	4	5	2	4	4	2	4	5	1	1	1	3	3	1	5	5	5	5	5	2	
3	1	5	1	5	5	5	3	5	4	5	3	5	5	2	2	2	5	1	5	5	1	5	5	5	4	5	5	5	2	2	
4	5	1	1	2	1	1	2	1	1	4	1	1	5	4	3	4	5	5	5	5	5	5	3	3	5	1	4	4	4	2	
5	1	5	1	5	5	5	3	5	4	5	3	5	5	2	2	2	5	1	5	5	1	5	5	5	4	5	5	5	2	2	
6	1	5	1	5	5	5	3	5	4	5	3	5	5	2	2	2	5	1	5	5	1	5	5	5	4	5	5	5	2	2	
7	4	2	2	3	3	5	1	1	1	4	1	2	3	3	5	3	1	1	1	5	1	3	1	1	5	1	5	5	1	3	
8	1	5	1	5	5	5	3	5	4	5	3	5	5	2	2	2	5	1	5	5	1	5	5	5	4	5	5	5	2	2	
9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	1	1	2	4	4	4	4	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	5	5	2	
10	1	5	1	5	1	1	1	1	1	1	3	5	5	2	2	2	5	1	5	5	1	5	5	5	4	5	5	5	2	2	
11	5	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	3	4	5	5	5	5	5	5	3	3	5	1	4	4	4	2	
12	4	2	2	3	3	5	4	5	5	4	5	2	3	3	5	3	5	5	3	5	5	3	3	5	3	4	2	2	2	3	
13	1	5	1	5	5	5	3	5	4	5	3	5	5	2	2	2	5	1	5	5	1	5	5	5	4	5	5	5	2	2	
14	4	5	1	1	1	3	3	1	5	5	4	5	2	4	4	2	4	5	1	1	1	3	3	1	5	5	5	5	5	2	
15	1	5	1	5	5	5	3	5	4	5	3	5	5	2	2	2	5	1	5	5	1	5	5	5	4	5	5	5	2	2	
16	5	1	1	2	1	1	2	1	1	4	1	1	5	4	3	4	5	5	5	5	5	5	3	3	5	1	4	4	4	2	
17	1	5	1	5	5	5	3	5	4	5	3	5	5	2	2	2	5	1	5	5	1	5	5	5	4	5	5	5	2	2	
18	1	5	1	5	5	5	3	5	4	5	3	5	5	2	2	2	5	1	5	5	1	5	5	5	4	5	5	5	2	2	
19	4	2	2	3	3	5	1	1	1	4	1	2	3	3	5	3	1	1	1	5	1	3	1	1	5	1	5	5	1	3	
20	1	5	1	5	5	5	3	5	4	5	3	5	5	2	2	2	5	1	5	5	1	5	5	5	4	5	5	5	2	2	
21	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	1	1	2	4	4	4	4	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	5	5	2	
22	1	5	1	5	1	1	1	1	1	1	3	5	5	2	2	2	5	1	5	5	1	5	5	5	4	5	5	5	2	2	
23	5	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	3	4	5	5	5	5	5	5	3	3	5	1	4	4	4	2	
24	4	2	2	3	3	5	4	5	5	4	5	2	3	3	5	3	5	5	3	5	5	3	3	5	3	4	2	2	2	3	
25	1	5	1	5	5	5	3	5	4	5	3	5	5	2	2	2	5	1	5	5	1	5	5	5	4	5	5	5	2	2	
26	4	5	1	1	1	3	3	1	5	5	4	5	2	4	4	2	4	5	1	1	1	3	3	1	5	5	5	5	5	2	
27	1	5	1	5	5	5	3	5	4	5	3	5	5	2	2	2	5	1	5	5	1	5	5	5	4	5	5	5	2	2	
28	5	1	1	2	1	1	2	1	1	4	1	1	5	4	3	4	5	5	5	5	5	5	3	3	5	1	4	4	4	2	
29	1	5	1	5	5	5	3	5	4	5	3	5	5	2	2	2	5	1	5	5	1	5	5	5	4	5	5	5	2	2	



30	1	5	1	5	5	5	3	5	4	5	3	5	5	2	2	2	5	1	5	5	1	5	5	5	4	5	5	5	2	2
N. °	TECNOLOGIA BIM PRUEBA PILOTO																													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	3	4	2	4	3	5	5	5	4	3	4	3	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	3	2	2	2	2
2	5	2	3	3	5	4	5	5	4	5	3	3	3	5	5	2	1	1	1	1	1	4	1	4	4	4	4	1	1	1
3	3	4	2	4	3	5	5	5	4	3	4	3	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	3	2	2	2	2
4	5	2	3	3	5	5	1	5	4	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	4	3	1	4
5	3	4	2	4	3	5	5	5	4	3	4	3	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	3	2	2	2	2
6	3	4	2	4	3	5	5	5	4	3	4	3	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	3	2	2	2	2
7	4	1	5	3	2	1	1	1	4	1	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4
8	3	4	2	4	3	5	5	5	4	3	4	3	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	3	2	2	2	2
9	3	5	5	1	4	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	4	4	4	1	4	4	1	4	3
10	3	4	2	4	3	5	5	5	4	3	4	3	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	3	2	2	2	2
11	5	2	3	3	5	5	1	5	4	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	4	3	1	
12	4	2	2	3	3	5	4	5	5	4	5	2	3	3	5	4	5	5	4	5	5	4	5	3	3	5	5	3	5	
13	3	4	2	4	3	5	5	5	4	3	4	3	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	3	2	2	2	
14	5	2	3	3	5	4	5	5	4	5	3	3	3	5	5	2	1	1	1	1	1	1	4	1	4	4	4	1	1	
15	3	4	2	4	3	5	5	5	4	3	4	3	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	3	2	2	2	
16	5	2	3	3	5	5	1	5	4	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	4	3	1	
17	3	4	2	4	3	5	5	5	4	3	4	3	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	3	2	2	2	
18	3	4	2	4	3	5	5	5	4	3	4	3	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	3	2	2	2	
19	4	1	5	3	2	1	1	1	4	1	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	
20	3	4	2	4	3	5	5	5	4	3	4	3	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	3	2	2	2	
21	3	5	5	1	4	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	4	4	4	1	4	4	1	4	
22	3	4	2	4	3	5	5	5	4	3	4	3	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	3	2	2	2	
23	5	2	3	3	5	5	1	5	4	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	4	3	
24	4	2	2	3	3	5	4	5	5	4	5	2	3	3	5	4	5	5	4	5	3	3	3	5	5	3	5	2	1	
25	3	4	2	4	3	5	5	5	4	3	4	3	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	3	2	2	2	
26	5	2	3	3	5	4	5	5	4	5	3	3	3	5	5	2	1	1	1	1	1	1	4	1	4	4	4	4	1	
27	3	4	2	4	3	5	5	5	4	3	4	3	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	3	2	2	2	
28	5	2	3	3	5	5	1	5	4	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	4	3	1	
29	3	4	2	4	3	5	5	5	4	3	4	3	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	3	2	2	2	
30	3	4	2	4	3	5	5	5	4	3	4	3	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	3	2	2	2	