

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA



**“METODOLOGÍA BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)
EN EL DESARROLLO DE LA INGENIERÍA DE DETALLE DE
PROYECTOS PIPING Y LOS INDICADORES DE GESTIÓN DE LA
EMPRESA DEMOCAD E.I.R.L. – Lima, 2020.”**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
MECÁNICO

BACHILLER: WILMER MOYA TARAZONA

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "W. Moya Tarazona".

BACHILLER: FRANKLIN SÁNCHEZ JUAREZ

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "F. Sánchez Juárez".

Callao, 2021
PERÚ

HOJA DE REFERENCIA DEL JURADO Y APROBACION

MIEMBROS DEL JURADO

DR. FELIZ ALFREDO GUERRERO ROLDAN	Presidente
DR. PABLO MAMANI CALLA	Secretario
MG. ADOLFO ORLANDO BLAS ZASZOSA	Miembro

ASESOR: MG. ALFONSO SANTIAGO CALDS BASAURI

NUMERO DE ACTA: 018/2021

NUMERO DE LIBRO: N° 1

FECHA DE APROBACION DE TESIS: 26/02/2021

DEDICATORIA

A mi esposa por el amor y apoyo incondicional brindado en el transcurso de mis estudios, a mi hijo Alejandro por ser mi motivación día a día.

A mis padres que siempre iluminan mi trajinar profesional y me sirven de motivación en el logro de mis metas y objetivos.

DEDICATORIA

La presente tesis está dedicado a mi esposa y a mis padres por el amor y esfuerzo brindado en mi vida.

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme salud y sabiduría.

A la empresa DEMOCAD por la confianza
y apoyo brindado.

ÍNDICE

ÍNDICE	1
ÍNDICE DE GRÁFICOS	3
ÍNDICE DE IMÁGENES.....	4
ÍNDICE DE TABLAS	5
RESUMEN.....	6
ABSTRACT	7
INTRODUCCIÓN	8
I PLANEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	10
1.1 Descripción de la realidad problemática	10
1.2 Formulación del problema	12
1.2.1 Problema general.....	12
1.2.2 Problemas específicos	12
1.3 Objetivos	12
1.3.1 Objetivo General	12
1.3.2 Objetivos Específicos	12
1.4 Limitantes de la investigación.....	13
1.4.1 Limitante teórica.....	13
1.4.2 Limitante temporal.....	13
1.4.3 Limitante Espacial	13
II MARCO TEORICO.....	14
2.1 Antecedentes	14
2.1.1 Antecedentes Internacionales	14
2.1.2 Antecedentes Nacionales:.....	16
2.2 Bases Teóricas.....	20
2.3 Conceptual	22
2.4 Definición de términos básicos	47
III HIPOTESIS Y VARIABLES.....	49
3.1 Hipótesis	49
3.1.1 Hipótesis general	49
3.1.2 Hipótesis específicas.....	49
3.2 Definición conceptual de las variables.....	49

3.2.1 Operacionalización de variables.....	51
IV DISEÑO METODOLOGICO	52
4.1 Tipo y diseño de investigación:.....	52
4.1.1 Tipo de investigación:.....	52
4.1.2 Diseño de la investigación:.....	52
4.2 Método de Investigación.....	53
4.3 Población y muestra.....	53
4.4 Lugar de estudio y periodo desarrollado.....	54
4.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	54
4.6 Análisis y procesamiento de datos	59
V RESULTADOS.....	61
5.1 Resultados descriptivos.....	61
5.2 Resultados inferenciales	65
VI DISCUSIÓN DE RESULTADOS	69
6.1 Contratación de la hipótesis con los resultados	69
CONCLUSIONES.....	73
RECOMENDACIONES.....	74
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	75
ANEXOS	78
ANEXO 1: Matriz de consistencia	79
ANEXO 2: Instrumentos validados	81
ANEXO 3: Base de datos de la muestra	85
ANEXO 4: validación del instrumento de juicio de expertos.....	87

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRAFICO 5. 1: PORCENTAJES DE LA DIMENSIÓN TRABAJO COLABORATIVO	61
GRAFICO 5. 2: PORCENTAJES DE LA DIMENSIÓN DATA BIM	62
GRAFICO 5. 3: PORCENTAJES DE LA DIMENSIÓN INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD ...	63
GRAFICO 5. 4: PORCENTAJES DE LA DIMENSIÓN INDICADORES DE TIEMPO.....	64

ÍNDICE DE IMÁGENES

IMAGEN 2. 1: ORGANIGRAMA COMUNICACIÓN AGENTES BIM (BUILDING SMART, 2013)	29
IMAGEN 2. 2: INTEGRACIÓN BIM (BUILDING SMART, 2013).....	30
IMAGEN 2. 3: VIDA ÚTIL PROYECTO (BUILDING SMART, 2013).....	31
IMAGEN 2. 4: TRABAJO COLABORATIVO BIM (ARQTOOL, S.F.)	34
IMAGEN 2. 5: PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN Y GENERACIÓN DE ISOMÉTRICOS ...	42

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 3. 1: OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	51
TABLA 4. 1: JUICIO DE EXPERTOS	58
TABLA 4. 2: NIVEL DE CONFIABILIDAD.....	56
TABLA 4. 3: CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO	57
TABLA 5. 1: NIVELES SEGÚN PORCENTAJES DE LA DIMENSIÓN 1: TRABAJO COLABORATIVO	61
TABLA 5. 2: NIVELES SEGÚN PORCENTAJES DE LA DIMENSIÓN 2: DATA BIM.....	62
TABLA 5. 3: NIVELES SEGÚN PORCENTAJES DE LA DIMENSIÓN INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD.....	63
TABLA 5. 4: NIVELES SEGÚN PORCENTAJES DE LA DIMENSIÓN INDICADORES DE TIEMPO	64
TABLA 5. 5 PRUEBA DE CORRELACIÓN ENTRE LAS VARIABLES METODOLOGÍA BIM (V1) Y LOS INDICADORES DE GESTIÓN (V2), SEGÚN LA PRUEBA ESTADÍSTICA COEFICIENTE DE CORRELACIÓN DE RHO DE SPEARMAN.....	66
TABLA 5. 6: PRUEBA DE CORRELACIÓN ENTRE LA DIMENSIÓN TRABAJO COLABORATIVO Y LOS INDICADORES DE GESTIÓN, SEGÚN LA PRUEBA ESTADÍSTICA COEFICIENTE DE CORRELACIÓN DE SPEARMAN.....	67
TABLA 5. 7: PRUEBA DE CORRELACIÓN ENTRE LA DIMENSIÓN DATA BIM Y LOS INDICADORES DE GESTIÓN, SEGÚN LA PRUEBA ESTADÍSTICA COEFICIENTE DE CORRELACIÓN DE SPEARMAN.....	68

RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo general, determinar la relación entre la metodología BIM en el desarrollo de la ingeniería de detalle para proyectos piping y los indicadores de gestión de la empresa DEMOCAD E.I.R.L., 2020.

El método utilizado fue el hipotético – deductivo. El tipo de estudio fue tecnológico, de enfoque cuantitativo y diseño no experimental correlacional. La población estaba conformada por 15 trabajadores del Departamento técnico de Ingeniería de la empresa DEMOCAD E.I.R.L, que elaboran proyectos piping con la implementación de la metodología BIM en la ingeniería de detalle. La muestra fue de tipo censal. Se utilizó como instrumentos de medición a dos cuestionarios de preguntas. Ambos instrumentos fueron validados por expertos y sometidos a la prueba de confiabilidad de alfa de Cronbach. Los datos recolectados se procesaron estadísticamente y los resultados se organizaron en tablas y gráficos que detallan los porcentajes y frecuencias de cada variable y sus dimensiones.

Las hipótesis se comprobaron aplicando el coeficiente de correlación de Spearman. Logrando obtener como conclusión que: Existe relación significativa entre la metodología Building Information Modeling (BIM) en el desarrollo de la ingeniería de detalle para proyectos piping y los indicadores de gestión de la empresa DEMOCAD, E.I.R.L, Lima 2020. El coeficiente de correlación tiene un valor de $Rho = ,692$ que indica una correlación positiva moderada y la sig, bilateral es de $p = ,004 < ,050$. Es decir que, si se aplica la metodología BIM se aplicaran los indicadores de gestión.

Palabras clave: Metodología, BIM, Ingeniería, tubería, Indicadores de gestión.

ABSTRACT

This research had a general objective to determine the relationship between the BIM methodology in the development of detailed engineering for piping projects and the management indicators of the company DEMOCAD E.I.R.L., 2020.

The method used was the hypothetical - deductive. The type of study was technological, with a quantitative approach and a non-experimental correlational design. The population consisted of 15 workers from the Technical Engineering Department of the DEMOCAD E.I.R.L company, who develop piping projects with the implementation of the BIM methodology in detailed engineering. The sample was of a census type. Two questionnaires were used as measurement instruments. Both instruments were validated by experts and subjected to the Cronbach's alpha reliability test. The data collected was statistically processed and the results were organized in tables and graphs that detail the percentages and frequencies of each variable and its dimensions.

The hypotheses were tested by applying the Spearman correlation coefficient. Achieving the conclusion that: There is a significant relationship between the Building Information Modeling (BIM) methodology in the development of detailed engineering for piping projects and the management indicators of the company DEMOCAD, EIRL, Lima 2020. The correlation coefficient has a Rho value = .692 indicating a moderate positive correlation and the bilateral sig, is $p = .004 < .050$. In other words, if the BIM methodology is applied, the management indicators will be applied.

Keywords: Methodology, BIM, Engineering, Piping, Indicators, management.

INTRODUCCIÓN

Actualmente en el Perú, existe un marcado aumento en la complejidad y envergadura de los proyectos de ingeniería de detalle, esto ha obligado a que se adopten nuevas filosofías y metodologías de trabajo que se vienen difundiendo de manera internacional, facilitando así el desarrollo de proyectos piping y llevando a la ingeniería de detalle hacia otro nivel. En este contexto, cada vez los requerimientos de los proyectos son más aventurados y exigentes, los plazos son más apretados y hay mayor competencia en el mercado; por ello, es normal que se sigan investigando, para así aceptar un cambio que representa una mejora a la Empresa. Por tal motivo decidimos llevar a cabo esta investigación, puesto que a diario en nuestra práctica profesional nos enfrentamos en forma directa a clientes que tienen ideas diferentes o avanzados y son cada vez más exigentes en la productividad y el tiempo.

Este incremento es progresivo y generalizado por la complejidad de los proyectos en todos los aspectos y a lo largo de los años hace que los diseños, que siguen desarrollándose de la misma manera que a inicios de siglo y puesto que los avances tecnológicos en la generación de la ingeniería de detalle están “estancados” por la metodología tradicional y sean deficientes, ello trae consigo consecuencias negativas que se aprecian durante la etapa de generación de planos de ingeniería de detalle, fabricación, construcción y también a la gerencia de proyectos o supervisión y hasta al mismo cliente. Asimismo, en los últimos años, existe un “avance tecnológico” que está tomando una enorme acogida por las utilidades que ofrece y es conocido por sus siglas en inglés como BIM (Building Information Modeling). Este Modelado con Información para la Construcción, se trata de una metodología de trabajo con todos los agentes implicados en un proceso constructivo y uso de información virtual que aplica un conjunto de metodologías y herramientas caracterizados por el uso de información coordinada, coherente, computable y continua de un proyecto de diseño de construcción. El uso de esta herramienta tecnológica, perfecciona el flujo de trabajo, aumenta la productividad y mejora la calidad.

Muchas definiciones del BIM se hallan en los textos académicos; algunos lo definen como una tecnología, otros como una metodología y hasta como una filosofía, pero al margen del imprescindible empleo de sus softwares o tecnología para llevarlo a cabo, lo cierto es que implementar el BIM en los proyectos supone algunos cambios en los procesos de la organización y quienes lo logran con éxito sobre todo en la integración de los involucrados y en la comunicación fluida y abierta.

A lo largo de la presente investigación, haremos mención al BIM como si fuera una metodología de trabajo y, como tal, es considerada muy útil en el momento de diseñar, razón por la cual muchas empresas la están implementando en sus proyectos. El BIM es casi relativamente nuevo en el Perú, y algunas empresas peruanas lo están experimentando y conociendo el potencial de esta herramienta tecnológica. Algunas empresas están a la vanguardia en su implementación, algunas emplean solo un aspecto de su potencial y otras la rechazan argumentando que no tiene el potencial de solucionar los problemas o que su implementación y mencionan que es muy cara y que no compensa al retorno de la inversión de los proyectos.

Por este motivo, el presente proyecto de tesis surge con la necesidad de conocer cuál es la relación que cumple la metodología BIM y los indicadores de gestión, para ello se analizarán cuantitativamente los impactos que se producen en los proyectos en los cuales se utiliza el BIM, tomando como referencia a las empresas que están a la vanguardia de su implementación. Para lograr esta investigación, se tomaron textos de proyectos que emplean BIM en sus organizaciones y que han obtenido resultados positivos. Asimismo, se realizó una encuesta a los trabajadores que desarrollaron la metodología BIM en proyectos piping de la empresa DEMOCAD E.I.R.L, para conocer el contexto peruano y las problemáticas, con la finalidad de conocer la relación significativa en ambas variables. Finalmente, se identificará los indicadores de gestión empleados en la metodología BIM, esto permitirá dar luces acerca de los múltiples usos que se les puede utilizar en el BIM y las ventajas, fortalezas que ofrece al equipo del proyecto implementarlo en su organización.

I PLANEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

A nivel mundial la economía ha venido experimentando algunos cambios relativamente continuos en estos últimos años; situaciones como el incremento de aranceles entre Estados Unidos y China para sus importaciones, entre otras medidas, han incrementado la incertidumbre frente a la inversión a nivel general. En este sentido los expertos han pronosticado un crecimiento de 3,5% en 2020. A su vez, los reportes de PBI actuales apuntan a una actividad mundial más débil de lo previsto. El repunte del crecimiento proyectado para 2020 es precario, y supone la estabilización de las economías de mercados emergentes y en desarrollo que están atravesando tensiones y avances hacia la resolución de las diferencias en torno a políticas comerciales. La inversión y la demanda de bienes duraderos han sido moderadas en las economías avanzadas y de mercados emergentes, dado que las empresas continúan postergando el gasto a largo plazo (1). Dentro de la industria de la construcción desde sus inicios, siempre tuvo que lidiar con los problemas propios de la inter relación y flujo de información entre los muchos involucrados y con las limitaciones tecnológicas propias de cada época. La mayor limitación tecnológica durante el desarrollo de la ingeniería de los proyectos piping es que los planos para no son automáticamente integrados, lo que significa que si se desea cambiar la distribución de los ambientes en una planta, entonces se tienen que modificar los planos de arquitectura de la misma manera los planos de estructuras, los planos de instalaciones sanitarias y todas las demás especialidades y subespecialidades que participan. Ahora bien, se sabe que en todos los proyectos, siempre hay cambios, y esta limitación tecnológica genera incompatibilidades entre los recursos, incluso entre aquellos de la misma especialidad; y para que se solucionen se requiere de mucho tiempo considerando la cantidad de planos, la cantidad de especialidades y, sobre todo, los constantes cambios que no acaban cuando se licita el proyecto para su ejecución, sino que continúa incluso hasta los últimos días del proyecto. Esta problemática en el Perú, que es un país en vías de desarrollo y cada

vez más competitivo, estos clientes y/o propietarios exigen proyectos cada vez más acelerados, con plazos apretados y, a la vez, más complejos. En resultado de ello, los problemas no son sólo incompatibilidades e interferenciales entre elementos, sino hay falta de información, deficiencias en el desarrollo de la ingeniería de detalle, información no clara o confusa, entre otros. Todo esto ocasiona que los proyectos tengan mayores costos y plazos de ejecución, los que finalmente impactan en negativo sobre el cliente. Como parte de la solución a los problemas complejos del desarrollo de proyectos surge una herramienta tecnológica relativamente nueva en el Perú, denominada por sus siglas en inglés como BIM (Building Information Modeling) que consiste en softwares que permiten modelar el proyecto en tres dimensiones y añadir información a los mismos para la gestión del proyecto por medio de un modelo 3D que, a la vez, actualiza automáticamente todas las vistas del proyecto (planos, elevaciones, cortes, etc.) por cada cambio que se haga en él. Con el empleo del BIM, muchas empresas peruanas están alcanzando resultados positivos y su uso se está haciendo cada vez más extensivo en su organización, algunas empresas lo emplean únicamente para la compatibilización. Es decir, hay empresas que están obteniendo buenos resultados, hay empresas que lo emplean y tienen resultados positivos, pero la siguen desarrollando. En ese sentido, puesto que el BIM es muy importante debido a que el mercado poco a poco está tendiendo a los modelos integrados y paramétricos y no solo al CAD, es imprescindible el fomento de esta nueva tecnología, y, en consecuencia, es necesario que los profesionales y las empresas sepan que, en el Perú, y no solo en el extranjero, ya se está desarrollando el BIM y se están alcanzando buenos resultados de su implementación. Difundir esta información será útil para todos los contextos. En primer lugar, las empresas que no conocen realmente qué es BIM necesitan saber qué es, y cuál es su potencial; los resultados económicos que se obtienen empleando tan solo una sencilla parte de todo su potencial. En segundo lugar, las empresas que lo emplean tan solo para la compatibilización de proyectos, es necesario que conozcan detalladamente y con casos concretos toda la gama de posibilidades que

ofrece, casos de usos durante el diseño y durante la construcción adecuados al contexto peruano. En tercer lugar, las empresas que tienen desarrollado el BIM a un nivel extensivo en su organización podrían conocer la relación de la metodología BIM y los indicadores de gestión de un proyecto y organizaciones.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

- ¿Qué relación existe entre la metodología Building Information Modeling (BIM) en el desarrollo de la ingeniería de detalle para proyectos piping y los indicadores de gestión de la empresa DEMOCAD E.I.R. L, 2020?

1.2.2 Problemas específicos

- a) ¿Cuál es la relación que existe entre el Trabajo Colaborativo y los indicadores de Gestión de la empresa DEMOCAD E.I.R. L, 2020?
- b) ¿Cuál es la relación que existe entre la Data BIM y los indicadores de Gestión de la empresa DEMOCAD E.I.R. L, 2020?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

- Determinar la relación que existe entre la metodología Building Information Modeling (BIM) en el desarrollo de la ingeniería de detalle para proyectos piping y los indicadores de gestión de la empresa DEMOCAD E.I.R. L, 2020

1.3.2 Objetivos Específicos

- a) Determinar la relación que existe entre el trabajo colaborativo y los indicadores de gestión de la empresa DEMOCAD E.I.R. L, 2020
- b) Determinar la relación que existe entre la Data BIM y los indicadores de gestión de la empresa DEMOCAD E.I.R. L, 2020.

1.4 Limitantes de la investigación

1.4.1 Limitante teórica

Existen pocos estudios internacionales y nacionales actuales afines al problema investigado, que nos limitaron contrastar los resultados que se obtuvieron en el presente estudio, sin embargo, se han citado los estudios más relacionados con las variables.

1.4.2 Limitante temporal

Los datos que fueron considerados para la realización del presente informe final de investigación, estuvieron enmarcados del año 2020, donde se obtuvieron a través de fuentes primarias y secundarias por única vez, considerando únicamente la temática.

1.4.3 Limitante Espacial

El presente informe final de investigación se ha realizado en la provincia constitucional de Lima, departamento de Lima, distrito Los Olivos.

II MARCO TEORICO

2.1 Antecedentes

2.1.1 Antecedentes Internacionales

Fernandez (2018) “Planteamiento de cómo mejorar con maquetas modeladas BIM (building information modelling), el proceso constructivo en obras mineras subterráneas” para optar el grado de Ingeniero en construcción en la Universidad de Aconcagua, Chile.

El objetivo general de esta tesis plantea la posibilidad de que, al proceso constructivo de ingeniería en un proyecto obras mineras subterráneas (Método tradicional), se le apliquen mejoras ya sea en entregables, procesos, diseños etc., con Maquetas modeladas BIM (Building Information Modelling).

En relación a lo anterior, los datos conseguidos y evaluados dan cuenta que existe en estos momentos una migración masiva en el área de construcción de las herramientas CAD a la tecnología BIM, debido a las opciones adicionales que entrega este, como análisis y metodologías de seguimiento, que permiten optimizar los procesos de gestión de un proyecto.

Como consecuencia a que el país dio marcha blanca para que BIM empiece a fluir con rapidez y hacerse una de las mejores herramientas o concepto de construcción, y que avasalle al método tradicional con su innovación y rapidez en toda la labor de un proyecto, el sector de la minería tanto privada como estatal no se queda atrás y solicita a los contratistas que sus proyectos desde ya comiencen a funcionar con toda su energía en este tipo de entregables.

Es por ello que surge la necesidad del autor de desarrollar esta investigación y a su vez alimentar este sector minero con todo el conocimiento adquirido teóricamente por la Universidad de Aconcagua, más la experiencia ganada en terreno por los años y la investigación cualitativa que se tiene.

De acuerdo a entrevistas y encuestas realizadas se determinará o validará si esta investigación cumple con la necesidad de ser una mejora dentro del

método tradicional, debido a que los entrevistados cumplen una función muy importante dentro de este análisis, porque son ellos los que trabajan directamente en la gestión e ingeniería de esta información.

Conclusión: Cuando hablamos de los pasos que la tecnología ha dado en lo que es infraestructura en este último tiempo, podemos decir que estos han sido de agilidad y dinamismo para realizar entregables rápidos, certeros y precisos, si lo vemos con la mejora implantada en esta tesis coincide totalmente con lo presentado ya que los puntos de ventajas están plenamente asociados con los puntos de vistas.

Para este caso, la encuesta realizada ha dejado en manifiesto el interés que existe de parte de los Ingenieros de la empresa por mejorar los procesos y dedicar tiempo a herramientas tecnológicas innovadoras, todo en conclusión de que al método tradicional se le hicieran cambios radicales para una solución rápida y que mejor que el concepto donde todos están ya trabajando con experiencia como la del Reino Unido uno de los primeros países BIM del planeta.

Es tanto el empoderamiento que sienten los integrantes de los procesos, que se logra ver y sentir automáticamente un compromiso y sentido de pertenencia de las metas impuestas, logrando así resultados a tiempo y más confiables, todo queda testificado en las encuestas realizadas con casi un 100% de aprobación a la mejora, por lo que el primer objetivo específico se cumple a cabalidad. Por lo anterior, se hace necesario trabajar necesariamente, en el convencimiento de la empresa y que esta convenza a su mandante en lo que refiere a los beneficios de una implementación de maquetas BIM, dentro de los proyectos de ingeniería de detalle o cruces de ingeniería.

Lo importante es que la empresa quedo totalmente alineada con la idea de generar cambios que mejoren la eficiencia, por lo que se tiene el total respaldo de esta para los cambios en el método Tradicional dejando al mandante con una sensación e satisfacción esencialmente por ser un rubro como el minero, que cada vez es más exigente y competitivo. (2)

2.1.2 Antecedentes Nacionales:

Ascue (2017) “Relación entre la Aplicación del Software BIM y la Producción de Proyectos en la Empresa Havym Arquitek San Juan de Lurigancho”. Para optar el grado académico de Maestro en Ingeniería Civil con mención en Dirección de empresas de Construcción de la Universidad Cesar Vallejo, Lima.

La presente tesis es una investigación que, según su finalidad es aplicada, según su carácter es correlacional, según su naturaleza es cuantitativo, según su alcance temporal es transversal y no experimental.

Para el procesamiento de datos se utilizó el SPSS versión 22, la técnica que se utilizó fue la encuesta y se aplicó como instrumento de medición para la recolección de datos, el Cuestionario de 24 ítems, fue dirigida a los trabajadores de la empresa constructora, donde se consideró una población de 12 profesionales, dicho instrumento permitió medir los niveles de las variables y de sus dimensiones, la variable Aplicación del Software BIM y la variable Producción de Proyectos. Para la validez del instrumento se utilizó el juicio de expertos y para la confiabilidad se utilizó el Alfa de Cronbach y se obtuvo 0,819, el cual es de elevada confiabilidad. Para la prueba de hipótesis se utilizó el estadístico Chi cuadrado y el coeficiente de correlación de Rho de Spearman donde se obtuvo 0,607, con lo cual demostramos que entre la Aplicación del software BIM y la Producción de Proyectos hay una buena relación y una significación de $p = 0,036$. Se concluyó que el uso del software BIM en las empresas, es una moderna propuesta de gestión de los proyectos, que nos permite tomar medidas en etapas anticipadas, eliminar desperdicios, obtener mejoras en todas las etapas del diseño con elementos específicos, materiales, fases y metrados a largo de todo Producción de proyectos. Mediante los resultados obtenidos se concluye que existe correlación por el estadístico Rho Spearman al obtener un valor de 0,607 entre la aplicación del Software BIM y la Producción de proyectos. También que con el software BIM, el tomar decisiones en el desarrollo de acciones para generar mejoras en todas las etapas de los proyectos con una

información exacta, coherente e integrada da como resultados una buena producción de Planos de proyectos. Mediante los resultados obtenidos se concluye que existe correlación por el estadístico Rho Spearman al obtener un valor de 0,630 entre la aplicación del Software BIM y los Planos de proyectos. Y por último que mediante la utilización del Software BIM se verifica con mayor facilidad los documentos necesarios que sirven de insumos para modelar el proyecto, a la vez se realiza el metrado para el control de costes y estimaciones de gastos del proyecto, permitiendo realizar los análisis presupuestarios detallados sin un trabajo añadido el cual determina la mejor productividad en la Empresa. Mediante los resultados obtenidos se concluye que existe correlación por el estadístico Rho Spearman al obtener un valor de 0,614 entre la aplicación del Software BIM y los Presupuestos de proyectos. (3)

Farfán (2016) “Análisis y evaluación de la implementación de la metodología BIM en empresas peruanas”. Para optar el grado de Ingeniero Civil de la Universidad peruana de Ciencias aplicadas, Lima.

El tema de la presente tesis aborda el nivel de implementación que tienen las empresas peruanas en el uso del BIM como herramienta tecnológica y metodología de trabajo. Lo que se pretende en la investigación es conocer los impactos del BIM en los proyectos mediante el análisis cualitativo y cuantitativo de los resultados obtenidos y el retorno de inversión que experimentan las empresas que están a la vanguardia en su implementación.

Para ello, la tesis está dividida en cinco capítulos. El primer capítulo trata aspectos generales de la tesis en el que se contextualiza la industria de la construcción en el Perú y se presentan los objetivos de la investigación. El segundo capítulo consta de las definiciones y marco teórico que se previeron necesarios para un adecuado entendimiento de los temas a tratar a lo largo de la tesis. En el tercer capítulo se desarrolla la metodología de investigación desde la recopilación de información hasta el análisis y evaluación de la misma. El cuarto capítulo corresponde al levantamiento y análisis de la

información referente a encuestas, auditorias y la evaluación de los impactos del BIM en los proyectos mediante un análisis cualitativo y cuantitativo. En el quinto capítulo se presenta un caso de implementación BIM en la etapa de construcción de un proyecto en Lima. Finalmente, se presentan las conclusiones de la investigación en la cual se muestran, entre otras cosas, resultados económicos positivos en la implementación BIM aplicando tan solo lo más básico de su potencial, es decir, la compatibilización de proyectos.

Conclusiones: Apostar por implementar BIM no debería ser considerado como un paso muy grande y arriesgado para las empresas puesto que comenzar la implementación BIM desde lo más sencillo y a la vez lo más básico de su potencial, es decir, tan solo para la compatibilización, resulta desde ya, rentable. Los resultados de la presente investigación muestran que el ROI del BIM para la compatibilización de un proyecto de oficinas es de 4.32, es decir, por cada S/.1.00 invertido se logra una ganancia de S/.4.32.

Tal como lo demuestra el caso de la Clínica Internacional, el paso más importante que deben dar las empresas que ya implementan BIM es identificar las necesidades de los proyectos y cubrirlos con las herramientas del BIM; enfocarse primero en temas puntuales para consolidar metodologías de trabajo y apuntar a que el BIM sea parte integrada de la metodología de trabajo y como resultado, la empresa tendrá un nivel de madurez y de implementación BIM elevados y sus resultados económicos serán más positivos aun.

Implementar BIM en la etapa de diseño reduce el impacto de los adicionales. Como promedio, los proyectos de oficina tienen 2.65% de adicionales ocasionados por la falta de calidad del expediente de obra e implementar BIM resulta en la reducción de 0.45% de los mismos y en la mejora del índice de confiabilidad en el presupuesto de obra.

Resolver las incompatibilidades del proyecto en la etapa de diseño reduce la cantidad de consultas de este tipo detectadas durante el casco o estructuras

de la construcción en un 94%. Esto significa un gran impacto positivo sobre las obras ya que el *staff* no destinaría gran parte de su tiempo en identificar consultas y emitirlas a la Supervisión, sino que sus esfuerzos se centrarían en requerimientos más importantes propios de todo arranque de obra. (4)

Coronado (2019) “Aplicación de la tecnología BIM en el desarrollo de la ingeniería de detalle de una planta de procesos metalúrgicos” Para optar el grado de Ingeniero Civil de la Universidad Privada del Norte, La Libertad.

En el presente trabajo se describe el procedimiento detallado de la aplicación de la tecnología BIM en el desarrollo de un proyecto de Ingeniería. El objetivo principal del estudio fue determinar el impacto del uso de estas herramientas en la ejecución del proyecto. La investigación es de tipo descriptiva, aplicada y de diseño no experimental; como objeto de estudio se consideró un proyecto de ingeniería denominado: “Ingeniería BIM de la Planta de Procesos Metalúrgicos 02”.

En el desarrollo de este trabajo se programaron actividades típicas de planificación y control de proyectos y las etapas de modelado de ingeniería y programación fueron realizadas empleando software BIM. Los resultados obtenidos muestran que es factible emplear esta tecnología para enlazar el modelo 3D a los datos de cuantificación del proyecto; asimismo, se logró realizar la planificación 4D y 5D, y se estimaron los costos de resolución de problemas detectados antes de la construcción.

Podemos concluir que es factible la utilización de la Tecnología BIM para el desarrollo de la ingeniería de una planta de Procesos. También se concluye que el uso de BIM permite la identificación de interferencias antes de la construcción y la obtención de actualizaciones de cantidades y presupuestos durante el proceso de diseño y construcción.

Conclusiones: El presente estudio muestra que es posible la implementación de la tecnología BIM para el desarrollo de proyectos de ingeniería considerando un 3% de costo adicional. El uso de la tecnología BIM para el desarrollo del expediente de ingeniería de una planta de procesos metalúrgicos requiere mayores recursos para el detallado del modelo

tridimensional respecto a los procedimientos tradicionales. En el caso de este estudio significó 6.72% más. La utilización del software BIM como Revit y Tekla permite la alimentación de información al modelo 3D como especificación de materiales y cuantificación de cantidades; asimismo estos softwares reportan los metrados de cantidades automáticamente. El software Navisworks puede integrar varias disciplinas como tuberías, estructuras metálicas y civil (concreto); a su vez, permite enlazar el cronograma construcción del proyecto al modelo BIM 3D y realizar una simulación gráfica de la construcción del proyecto. Esta planificación se denomina 4D.

La tecnología BIM permite el desglose del modelo para determinar su cuantificación individual, el cual se utiliza para la obtención de presupuestos. El software Navisworks permite visualizar el avance del costo respecto a la planificación gráfica del proyecto. Esta aplicación se denomina Planificación 5D del proyecto. Las herramientas BIM permiten la determinación de interferencias del modelo entre disciplinas, esto facilita la estimación de costos de actividades de rediseño y reparación; las cuales impactarán directamente en el costo de ingeniería y de construcción.

El presente estudio muestra también, que las actividades de correlación y coordinación; así como, la documentación es más dinámica y versátil con uso de la tecnología BIM. (5)

2.2 Bases Teóricas

Norma ISO 19650: Un Estándar Global para el Building Information Modelling (BIM).

El BIM es la realidad de la construcción para el futuro predecible. La naturaleza del mercado actual, así como del mismo proceso BIM requieren de manera innegociable de la implementación de estándares que sirvan de fundamento para la colaboración, así como la transferencia e intercambio de información. Esta es la razón por la que la International Organization for Standardization (ISO) Organización Internacional de Estandarización ha iniciado la creación de una Norma internacional para la implementación de

Building Information Modeling en la construcción. El pasado 21 de enero, 2019, La ISO anunció que había desarrollado estándares para el uso de BIM como parte de un equipo de trabajo, esto es, la Norma ISO 19650, cuyo nombre completo es “Organización y Digitalización de Información de Construcción, y trabajos de Ingeniería Civil, incluyendo Building Information Modeling (BIM) — Manejo de Información Utilizando Building Information Modeling”. Nos planteó cinco partes:

Parte 1: Conceptos y Principios (ISO 19650-1:2018)

Este documento define los conceptos y principios del manejo de información a un estado de madurez en el uso de BIM que está definido dentro de la Norma ISO 19650. Además, provee de recomendaciones para un marco de trabajo para el manejo de información, incluyendo el intercambio, captación, manejo de versiones y organización para todos los incumbentes del proyecto. Los conceptos definidos son aplicables a toda la vida útil de cualquier edificación de cualquier escala o complejidad, incluyendo la planificación estratégica, diseño inicial, ingeniería, desarrollo de diseño, documentación y construcción, operación diaria, mantenimiento, readecuación y reparación.

El documento trata los términos y definiciones para BIM, información de proyecto, perspectivas y trabajo colaborativo, definición de requerimientos de información y modelos resultantes, ciclos de entrega de información, funciones para el manejo de información de proyecto, capacidad de entrega del equipo, planificación para la entrega de información, manejo de la producción colaborativa de información, solución de Como la Data Environment (CDE) y flujos de trabajo, y resumen de BIM de acuerdo a la Norma ISO 19650.

Parte 2: Fase de Entrega de Los Activos (ISO 19650-2:2018)

Este documento especifica los requerimientos para el manejo de información, en la forma de un proceso de administración de la misma y dentro del contexto de la fase de entrega de activos y el intercambio de informaciones que los mismos generan; todo esto utilizando Building

Information Modeling (BIM). El estándar puede ser aplicado a todo tipo de proyecto y tamaños de organización, independiente de la estrategia de ejecución elegida.

Entre los temas que toca el documento están: Evaluación de las necesidades, invitación a licitación, respuesta a propuesta, asignación de la obra, movilización, producción colaborativa de Información, y cierre de proyecto.

Parte 3: Fase Operacional de Activos (ISO 19650-3 / En Desarrollo)

Esta parte de la Norma ya ha sido sometida a votación y se encuentra en la etapa de revisión y comentarios, por parte del Comité Técnico. El estatus actual es 30:60: Cierre de Votación/ Período de comentarios.

Parte 4: Intercambio de Información (ISO 19650-4 Etapa Preparatoria)

La Parte 4 de la Norma se encuentra en la etapa preparatoria, en donde las primeras versiones son revisadas y sometidas a corrección. El estatus actual es 20:20. La Norma tratará con lo relativo al proceso de Intercambio de Información.

Parte 5: Especificación para la Seguridad de Building Information Modeling, Construcción en el Ambiente Digital y Manejo Inteligente de Activos. (ISO 19650-5) (6)

2.3 Conceptual

Metodología Building Information Modeling (BIM)

Es una de las innovaciones más importantes y prometedoras en el campo de la arquitectura, ingeniería y la industria de la construcción, ya que representa un cambio de conceptos tradicionales de ejecución y gestión de proyectos, lo cual abre nuevas oportunidades de desarrollo basado en un modelo virtual detallado para las diferentes fases del ciclo de vida de un proyecto. Estos conceptos y herramientas permiten mejorar la colaboración y armonía con el fin de lograr mayores niveles de eficiencia en todos los procesos.

Desde que el BIM se introdujo por primera vez en la industria de la construcción, cada vez ha ganado mayor acogida debido a los beneficios que brinda una proyección virtual en tres dimensiones en comparación a las vistas en dos dimensiones del tradicional CAD; y ahora se ha convertido en la pieza central de la tecnología del diseño, construcción y operación de los proyectos en el mundo. El BIM se puede categorizar de tres maneras: como producto, como tecnología de la información y como proceso colaborativo; algunos también lo categorizan como facilitador de requisitos de gestión del ciclo de vida del proyecto. (7)

Profesionales de distintas áreas, como la construcción, ingeniería, arquitectura y Project Management están adoptando esta metodología, con el fin de reunir la información en un lugar común a todos los actores del proyecto. BIM “facilita la planificación y control de los procesos de diseño y posterior construcción de los proyectos. Esta ventaja competitiva, ha convertido a BIM en un estándar de facto en EEUU, Reino Unido, Australia, Emiratos Árabes, donde el 70-80% de los proyectos se desarrollan mediante Project Managers y herramientas BIM”. Lo anterior se logra mediante el uso de una variedad de softwares BIM, el modelo de información de construcción y la metodología, todo en conjunto y englobando a todos los actores del proyecto (8)

Building Information Modeling (BIM)

El Modelado de Información de la Edificación (traducción de BIM al español) tiene distintas definiciones en los textos académicos.

Autodesk define al BIM como el proceso de generación y gestión de datos del edificio durante su ciclo de vida. El proceso de modelado abarca la geometría de la edificación, información geográfica propiedades de los elementos, metrados o cantidades, entre otros. (9)

El BIM Handbook define al BIM como el modelado tecnológico y el conjunto de procesos que producen, comunican, y analizan el modelo de una edificación caracterizado por componentes del edificio representado por elementos paramétricos. (10)

ETSIE define al BIM como una metodología de trabajo que consiste en elaborar y gestionar proyectos de edificación y permite dar seguimiento al proyecto durante todo su ciclo de vida. (11)

En esta investigación, el BIM se define como una metodología que consiste en un conjunto de tecnologías relacionadas que representan una estructura tridimensional y paramétrica, que muestran las características físicas y funcionales de una edificación y que funciona como una base de datos que permite almacenar y compartir múltiple información como el contenido gráfico del proyecto, sus dimensiones, metrados, especificaciones, materiales, sistemas constructivos, etc. Se evidencia al BIM como filosofía en construir dos veces un proyecto, uno virtualmente en el que se identifican los errores (que no cuestan dinero) y se corrigen, además que permite hacer mejoras al proyecto con la finalidad de implementarlas para su construcción real.

Building. _Construcción genérica no solo pensando en edificaciones, si no de infraestructura, renovación urbana, todo lo puede abarcar BIM es un concepto muy global. Incluso ya existen conceptos como City Information Modeling que ya empiezan a hablar de la ciudad como gran conjunto de datos que se articula mucho con el tema de BIM.

Information. Se debe gestionar información durante todo el ciclo de vida del proyecto, desde la conceptualización, la operación y mantenimiento, incluso hasta la demolición.

Modeling. _Entendido como Proceso no hablando de modelar una geometría 3D si no creando un prototipo, un elemento virtual que representa algo de la vida normal. La M también se podría asumir como (management) gestión de la información que se ha creado. Para que la integración técnica de los modelos funcione deben incorporar LOD un nivel de detalle (Level of Development), Proceso de desarrollo enfocado al detalle de la información no grafica de los elementos, es decir los datos asociados a los elementos que me permiten luego aplicar todos los usos. Sin decir que la información gráfica no sea importante, no se debe entender como hace diez años cuando

inicio el proceso BIM la estandarización proceso de detalle geométrico, cuando se decía que entre más se parecía el elemento al objeto real estaba haciendo más BIM. (12)

Adopción de BIM en el Perú y el mundo

Adopción de BIM en el mundo

El empleo de BIM se ha acelerado en gran medida en los últimos años debido a que, en algunas regiones, las grandes empresas privadas y las entidades del estado lo han institucionalizado como requisito para ejecutar los proyectos. Entre esas regiones se encuentra Norteamérica, en donde la adopción de BIM se incrementó de 28% a 71% entre el 2007 y 2013. Como se mencionó anteriormente, la tecnología BIM se empleó inicialmente por los arquitectos y recientemente una investigación mostrada por el SmartMarket Report muestra que la adopción de BIM por los contratistas (74%) ha superado a la adopción por los arquitectos (70%), y este grupo muestra cada vez más liderazgo en el impulso de la innovación de la implementación de BIM. (13)

Asimismo, se observa que la proporción de constructoras que emplearon BIM en sus proyectos en el año 2013. Europa es la primera región en donde se desarrolló el BIM, y para el 2013, el 9% de los contratistas que emplearon BIM tienen más de 11 años implementándola. En particular, en Reino Unido el 19% de los constructores usuarios emplean BIM por más de 10 años.

En Japón, Corea del Sur, Australia y Nueva Zelanda, la mayoría de los constructores usuarios han experimentado con BIM entre 3 y 5 años para el 2013. Para el año 2012 los contratistas usuarios BIM de Corea del Sur alcanzan el 65% de contratistas de la región.

Para un país en el que el BIM es relativamente nuevo significa un porcentaje significativo tal cifra. Existen dos resultados importantes obtenidos en la investigación de McGraw Hill Construction y que son necesarios mencionar. De todas las empresas contratistas usuarias de BIM, el 34% (casi la tercera parte) de organizaciones grandes tienen más de cinco años de experiencia con BIM, mientras que el 16% de organizaciones pequeñas la han

implementado en sus proyectos. De la misma manera, casi la mitad (44%) de las empresas pequeñas han experimentado con BIM entre uno y dos años, mientras que el 13% de las empresas grandes presentan este rango de experiencia. (13)

Implementación De Building Information Modeling BIM

La implementación de la Metodología BIM no es sencilla debido a paradigmas establecidos por las personas o compañías. ¿Qué es un paradigma entonces? “Teoría o conjunto de teorías cuyo núcleo central se acepta sin cuestionar y que suministra la base y modelo para resolver problemas y avanzar en el conocimiento” (14)

Son modelos de reglas, normas hechos y predicciones delimitadas universal o particularmente aceptadas. Llegar a una persona o compañía que lleva 10 o 20 años diseñando de una manera específica y decirle que cambie su forma de trabajar con la que se siente muy cómodo, ejemplo: “usted lo hace muy bien y le ha funcionado durante estos 20 años pero ahora existen mejores metodologías que pueden brindarle mejores resultados...” eso es muy difícil de aceptar, es complicado pedirle a las personas o compañías que cambien sus conceptos, esto sucedió cuando llegó el CAD en los años 80, todo el mundo tenía sus dibujantes, hojas milimetradas, lápices de todos los números, escuadra, etc. Luego llegó la tecnología, el hardware, el software CAD y el cambio fue supremamente duro, se demoró, hasta que por fin hoy en día podemos decir que la mayoría de compañías usan un Software CAD para realizar sus entregables.

Estamos ante un nuevo cambio en Colombia de un Software CAD a una Metodología BIM que incluye nuevas herramientas software y hardware debemos saber dar el salto hacia el cambio y la estandarización. En diseño existe una ausencia de una metodología para coordinar e integrar de una forma adecuada los diseños técnicos y de esta forma poder aprovechar al máximo cualquier plataforma. Implementar la metodología BIM, impacta de forma positiva las compañías del sector de la construcción les permite planificar, revisar y generar procesos más industriales para una elaboración

a detalle de los planos con los que se inicia una obra y deben estar a un 100%. Ya existen empresas realizando procesos de implementación de la metodología BIM en Colombia y existen procesos exitosos pero que aún están en fases de implementación tales como Construcciones Planificadas, Amarilo, Constructora Colpatria, entre otras. Entender cómo lograr la integración y la articulación de la Metodología BIM en Colombia, es un trabajo arduo que requiere tiempo y esfuerzos unificados de varios sectores tales como la industria, el gobierno y el sector de la educación que puedan compartir experiencias y crear comunidades que desde su experiencia nos hablen de los desafíos enfrentados en los procesos de implementación, que no son de 6 meses si no de años dedicados a este trabajo. (12)

Áreas de implantación BIM

Profundizando en la metodología de implantación, existen tres áreas básicas que deben ser estudiadas para un correcto desarrollo. Son básicas si se desea que el trabajo entre los agentes se realice de acuerdo a los principios BIM. Estos aspectos a reseñar son tres: comunicación, interoperabilidad e integración. (15)

Comunicación

La comunicación es una cualidad importantísima en el momento de gestionar eficazmente un proyecto. Sin duda es uno de los aspectos primordiales y por tanto nuestro objetivo debe estar encaminado hacia un correcto uso de esta. Una comunicación inadecuada entre los distintos agentes que participan en un proyecto se traduce directamente en errores y malentendidos que se pueden evitar. Esta falta de comunicación en el sector de la construcción se hace más evidente si cabe. Es sabido que se trata de un sector muy fragmentado, generalmente con multitud de pequeños agentes. Por escasa entidad que esté presente, son multitud los agentes involucrados. De manera que se precisa cuidar al máximo este aspecto.

Una de las barreras más patentes en el momento de una correcta comunicación es el uso de canales inadecuados, el exceso de información y la falta de retroalimentación entre los agentes.

Hay que tener en cuenta que vivimos en un sector en el que muchas veces no se dispone de todo el tiempo que se debería aportar para reuniones, tenemos tiempo limitado y no siempre es posible detallar los aspectos como se debiera.

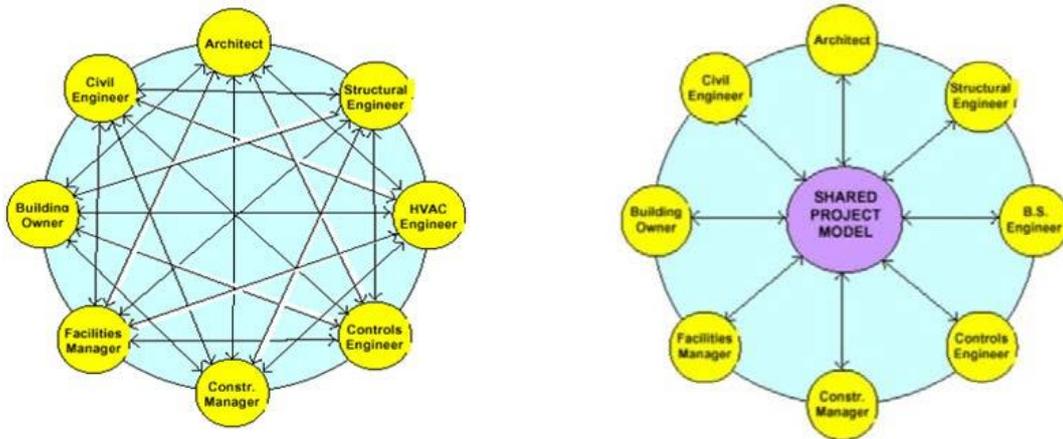
Apuntar que la mayoría de errores y malentendidos se producen el primer día, es por ello que la comunicación adecuada debe realizarse desde el primer momento. La metodología BIM aborda estos problemas mediante una simbiosis de actitudes y herramientas.

Por un lado, pretende crear una cultura donde todos los agentes involucrados puedan trabajar juntos, de una manera eficaz y eficiente,

definiendo una manera más transparente y colaborativa de trabajar. Una actitud nueva.

Esta cultura se consigue con herramientas que posibilitan el acceso inmediato a la información y que posibilitan la comunicación y la disminución de errores.

Imagen 2. 1: Organigrama comunicación agentes BIM (Building Smart, 2013)



Fuente: Imagen Tomado del Libro Gonzales, 2015. Pág. 11 (15)

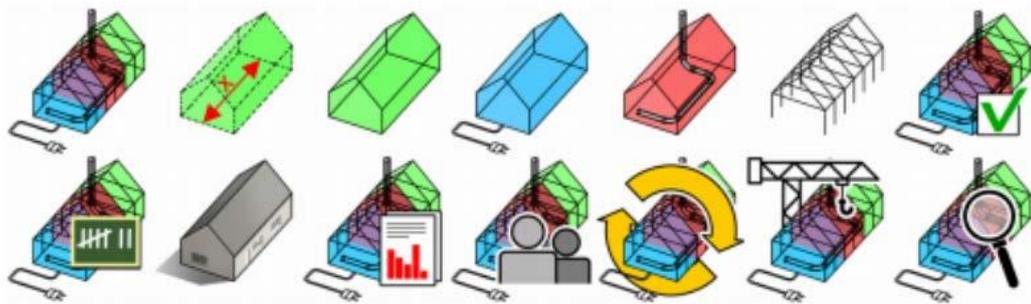
Estos esquemas muestran cómo debe realizarse el flujo de información para que la comunicación sea adecuada entre los agentes. Se observa como en la práctica tradicional no existe un nexo de unión entre ellos y las órdenes son emitidas en todas direcciones produciéndose una pérdida de la calidad de la información y propiciando los errores. Sin embargo, en el modelo BIM, todos los agentes disponen de toda la información en un modelo conjunto y colaborativo, donde cada uno puede modificar y añadir información de su área de conocimiento y todos pueden consultar la información, facilitando de manera evidente la comunicación. (15)

Integración

El concepto de integración está estrechamente ligado con la correcta comunicación. Esto es así debido que en este caso también su punto central es el modelo único compartido expuesto anteriormente como eje de las

comunicaciones. La metodología BIM aboga por la centralización de toda la documentación, es decir, agrupar la información en un único lugar, evitando así duplicidades o pérdida de información. De esta manera, todas las disciplinas que dan forma a un proyecto se integran en el modelo central, no solo de una manera física sino interrelacionadas entre ellas.

Imagen 2. 2: Integración BIM (Building Smart, 2013)

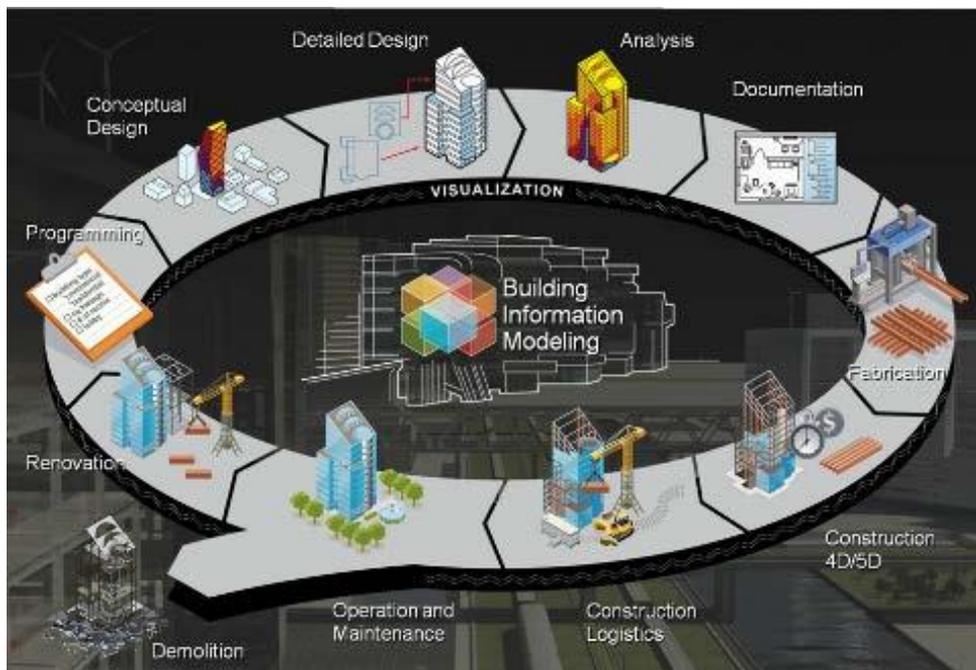


Fuente: Imagen Tomado del libro Gonzales, 2015. Pág. 12 (15)

Anteriormente, con la metodología CAD, un proyecto se componía de un conjunto de planos no relacionados entre sí. Dándose el caso de que cada agente trabajaba el conjunto de información que era de su área de conocimiento, consultando el resto del proyecto, pero no sobre él. Se producían errores comunes de interferencias entre las diferentes instalaciones, instalaciones con arquitectura, estructura con acabados, etc. Errores comprensibles ya que se trabajaba en diferentes espacios. La integración se consigue bien mediante la creación de subproyectos. Partiendo de un modelo general (la mayoría de los casos el arquitectónico) gestionado por un Project manager, se crean proyectos paralelos basados en las áreas funcionales que lo integran. Estos subproyectos son actualizados periódicamente, de manera que todos los integrantes son conscientes de los cambios efectuados por los demás. Se consigue con esta metodología de trabajo la integración de todos los agentes y se evitan errores. Existen multitud de complementos para cada función, bien integrados en el software BIM o bien externos. La base de la interoperabilidad es que desde el modelo compartido se realizan todos los

estudios: El calculista de estructuras puede analizar las fuerzas que intervienen, se puede realizar el estudio de climatización, un arquitecto técnico obtiene mediciones instantáneas y genera presupuesto con el software que utiliza habitualmente desde el modelo, permite realizar la planificación temporal de los trabajos seleccionando directamente los elementos constructivos, se obtienen todos los alzados, secciones, plantas... necesarias para un correcto entendimiento en pocos minutos al tratarse de un modelo 3D, información de mantenimiento, entre otras funciones. Esta integración se realiza, además, para que sea útil durante todas las fases del proyecto; entendiéndose como proyecto no solo la fase de diseño y ejecución, si no toda su vida útil, llegando al mantenimiento y a su fin último.

Imagen 2. 3: Vida útil Proyecto (Building Smart, 2013)



Fuente: Imagen Tomado del Libro Gonzales, 2015. Pág. 13 (15)

En esta imagen se muestra el proceso de un proceso constructivo. Se trata de un proceso circular en el que todos los procesos concurren alrededor del modelo central BIM. Se observan procesos como el diseño conceptual, diseño de detalles, análisis térmicos, documentación, fabricación de

materiales, aspectos 4D (tiempos) y 5D (costes) de los que se hablarán más adelante, organización, programación, mantenimiento, e incluso derribo; toda la vida útil del proyecto.

Interoperabilidad

La interoperabilidad está ligada con la integración antes descrita. En este caso se trataría del modo en el que conseguimos la integración de los agentes, que a su vez permite su correcta comunicación; las tres bases descritas en este apartado están íntimamente relacionadas. Cualquier metodología en la que una parte importante sea el software, debe tener muy presente que no es única y debe relacionarse con el entorno que le rodea. Por ello, es básico que tenga acceso a ella el mayor número de agentes. Tener la capacidad de globalizar y no excluir. Todo ello se resume en no utilizar protocolos y tipos de archivo cerrados, favorecer la integración de todo el software existente de manera que se adapte a este tipo de trabajo, no lo sustituya. Se

podría decir que uno de los fundamentos de BIM es poner la tecnología existente al servicio del equipo de proyectos para un mejor resultado. La oferta de software especializado en BIM es diversa, por tanto, es importante que exista interacción con otras aplicaciones como es el caso de complementos de diseño, instalaciones, cálculo de estructuras o presupuestos; todo ello con la finalidad de contener toda la información de proyecto. Para lograr la interoperabilidad deseada existen tres modos de conseguirla: Una posibilidad es utilizar software de un mismo desarrollador, tarea algo complicada debido a la multitud y variedad de aplicaciones. Se podría también utilizar programas que faciliten el intercambio de datos entre ellas, un ejemplo claro de este sistema es la gran variedad de complementos que ofrece el software BIM. Finalmente, la más acertada a priori, es utilizar un software libre y abierto, es decir, no dependiente de ningún desarrollador comercial, de manera que todos los programas BIM trabajen en un mismo formato de archivo. Esta última opción ya se está desarrollando, se trata de

los archivos tipo IFC/IDM/IFD que posteriormente se abordarán en profundidad. (15)

Trabajo colaborativo

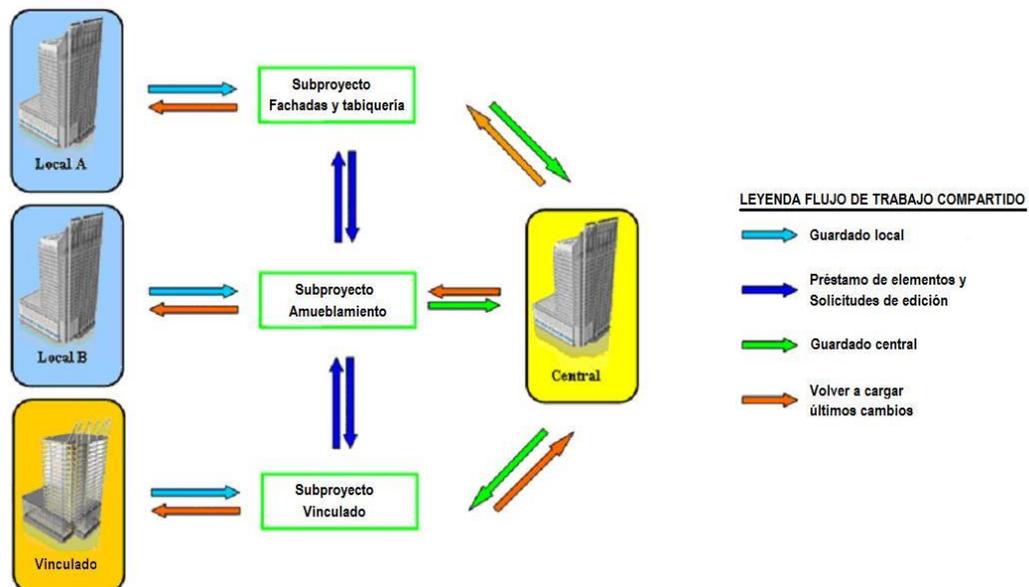
Este aspecto es fundamental en cuanto al modo de trabajo. La base de la metodología BIM es el trabajo en un único modelo dividido en subproyectos. Dichos modelados secundarios no son independientes entre ellos, sino que están vinculados y los cambios repercuten en el modelo general. El objetivo del flujo de trabajo es que cada agente trabaje únicamente en la parte en la cual es especialista, sin modificar el trabajo de los demás, compartiendo información. Se trata de un sistema de trabajo nuevo y complicado si se trata de la primera toma de contacto. Es necesario tener nociones de trabajo en servidores y aprender a trabajar con las opciones de subproyectos, pero sin duda trabajar en modo colaborativo es una gran ventaja a futuro. En primer lugar, es necesario crear un archivo central. Este archivo es el modelo del que se nutrirán todos los subproyectos posteriores. Es creado por el administrador de proyecto y contiene el modelado básico del proyecto. Este archivo no se debe modificar pues contiene las restricciones que debe cumplir inexorablemente. Es más, una vez creado el modelo central y guardado en red, cada usuario debe guardar ese archivo en su disco local con su nombre de usuario.

A partir del modelo central, se crean los subproyectos que sean necesarias. Estos proyectos no son más que divisiones de trabajo. Existirán tantas divisiones como sean necesarias y no tienen por qué existir hasta el final del proyecto ya que éstas se sincronizan con el modelo central. Un aspecto muy interesante de estas divisiones son las restricciones. El trabajo colaborativo no sería productivo sin todos los agentes pudieran modificar todos los aspectos del modelo. Debido a ello, el administrador genera autorizaciones para cada agente dependiendo de los componentes que necesite modificar. Puede existir un subproyecto de estructuras en el cual solo se le permita al calculista el modelado de perfiles y forjados o uno de instalaciones en el cual sea posible el modelado de agua fría, caliente y sanitaria. Ello evita las

interferencias ya que en todo momento se deben adaptar al modelo arquitectónico ya previsto en el modelo central. Estos trabajos en paralelo se van actualizando por intervalos de tiempo de manera que todos pueden observar los progresos de los demás.

Pese a lo acotado que está el proyecto, existe la posibilidad de modificar elementos de otros subproyectos pertenecientes a otros usuarios. En el caso de querer modificar un componente del que no eres propietario puedes solicitar el préstamo y realizarlo.

Imagen 2. 4: Trabajo colaborativo BIM (Arqtool, s.f.)



Fuente: Imagen Tomado del Libro Gonzales, 2015. Pág. 22 (15)

Se ha querido dejar para el final la configuración del trabajo en Red. Puede parecer sencilla, pero genera problemas. Todo el flujo de trabajo descrito anteriormente es en vano si no se trabaja en red. Hay que diferenciar dos métodos de trabajo: Si todos los agentes se encuentran en una localización concreta con una misma red o si existe algún agente en otra localización. Esta segunda puede ocasionar más problemas de conectividad. Las siguientes líneas describen brevemente el procedimiento a emplear. No se trata de un manual sino de una breve reseña:

- Worksaring mediante Red local: Se utiliza en el caso de que los participantes del proyecto se encuentren en un mismo lugar físico y utilizando una misma red. Es el caso más sencillo. Para ello, se deberán configurar todos los equipos para que pertenezcan a un mismo grupo dentro de la Red (Grupo Hogar, por ejemplo). Ya solo queda compartir la ubicación de red, es decir, el proyecto que hemos compartido con el grupo. Aparecerá en la pestaña equipo la carpeta compartida y ya estamos listos para trabajar en modo cooperativo.

- Worksaring a través de internet: Si nuestro equipo se encuentra en ubicaciones geográficas diferentes no podremos utilizar el método antes descrito. En ese caso el procedimiento se complica. Existen herramientas creadas para tal fin como es el caso de Revit Server. Desarrollada por Autodesk, necesita el uso de Windows Server para su funcionamiento. Esto quiere decir que en el caso de trabajar entre entornos con más de dos personas en cada uno nos puede resultar útil. Sin embargo, si se desea trabajar con un colaborador externo que opera desde su casa o simplemente en una red sin servidor resulta imposible. "Autodesk hace dinero con los peces grandes y en detalles como este es donde se nota" (Guerra, 2013).

Una opción alternativa es el uso de una red VPN o red privada virtual. La idea es hacer creer a nuestros ordenadores que están trabajando en una red local. Con este sistema no necesitamos servidores ni software externo. El inconveniente es que es más difícil de configurar. Para los usuarios con dificultades en la creación de VPN existen programas como Hamachi o Teamviewer que dan respuestas. El funcionamiento es similar a una red privada virtual pero se depende de un servidor externo (son sus posibles desconexiones) o limitaciones de usuarios en la versión gratuita. Finalmente, existe la posibilidad de uso de nubes tradicionales y de uso común como es el caso de Dropbox. Se trata de un sistema rudimentario no pensado exclusivamente para el trabajo colaborativo. Las ventajas que posee es su rapidez ya que, en el momento de sobrescribir el archivo general, el programa detecta únicamente las partes que han sido modificadas y no sube el archivo completo. El inconveniente es la posibilidad de error: Debido a que

se trabaja en un mismo archivo pueden existir duplicidades si se sincroniza a la vez con el modelo central. (15)

El sistema de trabajo colaborativo de todos estos agentes estará centralizado por el modelo único BIM, pero los sub proyectos se estructurarán por carpetas con la organización que se muestra a continuación: La relación de subproyectos que se muestran están ordenados en el tiempo por fase de realización y a su vez por departamento de supervisión. Aunque se trata de un trabajo recíproco con un feedback constante. Los puntos uno y dos corresponden al departamento de arquitectura, gestionado por el BIM coordinador de esa disciplina y su tarea es la realización del proyecto en su conjunto espacial. Los entregables que se desprenden de ellos son el proyecto básico y el de ejecución. El departamento de estructuras e instalaciones comienzan a dimensionar y diseñar los sistemas en los sub proyectos contenidos en el apartado 3 y 4. El último eslabón corresponde a la presentación de la oferta en forma de presupuestos con sus mediciones.

BIM es una metodología que se ha popularizado lentamente en los últimos años en Colombia, aunque en varios lugares del mundo ya está implementada con estándares definidos, países tales como Singapur, España, Reino Unido, entre otros. Esta metodología surge como respuesta a una serie de necesidades y deficiencias en la industria de la construcción para mejorar sus procesos y utilidades, pero su implementación no ha tenido una evolución muy rápida por diferentes aspectos culturales o de infraestructura necesaria, a nivel mundial la tecnología cambia con velocidades aceleradas, por esta razón debemos adoptar y manejar de buena forma la metodología BIM.

Capacitación De BIM

Cada vez más compañías entienden la importancia de brindar una capacitación adecuada a sus empleados. Las empresas que invierten en la capacitación de los empleados disfrutan de un margen de beneficio superior

en un 24% en comparación con las empresas que no lo hacen. No solo capacitar adecuadamente a sus empleados para ayudarlos a lograr un mejor margen de beneficio para las empresas, sino que también ayuda mucho en la retención de empleados, ya que el 40% de los empleados con capacitación deficiente dejan sus trabajos en el primer año. Las compañías que a menudo envían a sus empleados a cursos de capacitación tienen una tasa de productividad de 37% o más y un aumento de ingresos del 21% por empleado.

Hoy día los empleadores invierten cada vez más en formas específicas de capacitación. De acuerdo con el informe especial *The Lifelong Learning* de *The Economist*, el número de cursos a pedido ha aumentado de manera exponencial. Gracias a Internet, todos están conectados y pueden aprender cualquier cosa, en cualquier momento y en cualquier lugar.

La próxima generación de trabajadores está buscando activamente oportunidades de desarrollo y las ve como una forma de crecer en su profesión. No ofrecer estas oportunidades está relacionado con niveles más altos de rotación de empleados. Por ello, es importante que como responsable de recursos humanos sepas cómo hacer programas de capacitación realmente efectivos.

Pero, ¿Cómo lograrlo? No es un secreto que preparar un buen programa de capacitación y “dar en el clavo” a la primera no es una tarea fácil. Por eso, en este post hemos preparado un paso a paso para crear un programa de capacitación del personal en tu empresa. (16)

Cómo Crear Un Programa De Capacitación Del Personal

Paso 1: Identificar las necesidades de tu empresa

¿Qué necesidades tienen tus trabajadores y tu empresa? Para llevar a cabo cualquier tipo de iniciativa empresarial, es importante realizar un análisis e identificar las necesidades y objetivos que se pretenden lograr. Esta información debe ser el principio y fin de tu programa de capacitación, tu prioridad número uno es responder a tus necesidades como empleador y apoyar la consecución de los objetivos del negocio a través del aprendizaje.

Planifica una reunión con los directivos de tu empresa, con el propio CEO y con los responsables de cada departamento y comienza a conocer las necesidades reales de la compañía. Esto te ayudará a crear un programa que realmente ayude a los empleados a realizar mejor su trabajo.

Además, contar con el apoyo de la dirección y de las principales figuras de la empresa te ayudará a la hora de comunicar y desarrollar el programa

Paso 2: Definir objetivos

Una vez que tengas muy claro lo que quieres conseguir con el programa de capacitación, es momento de identificar como hacerlo. Comienza haciendo un análisis sobre cuáles son las tareas que podrían mejorarse y qué conocimientos, habilidades o actitudes deben adquirir los empleados para mejorar los resultados de la empresa.

Paso 3: Identifica a quién va dirigido tu programa

¿A quién va dirigido tu programa de capacitación? Esta es una pregunta importante. El paso 3 es el momento de seleccionar a las personas a quién se va a dirigir la capacitación.

Lo más importante es que selecciones aquellos colaboradores o grupos de colaboradores que pueden tener un mayor impacto en la consecución de los objetivos de la empresa.

Recuerda que tu misión es impactar positivamente, así que es importante seleccionar aquellos empleados que de alguna u otra manera pueden ayudarte a lograrlo.

Al momento de seleccionar a estos empleados es necesario evaluar características como su edad, estudios, perfiles profesionales, necesidades, aficiones, etc. Implícales en todo lo que puedas en el programa y garantiza contar con su apoyo.

Lo ideal es que el programa esté creado para su beneficio y para el de la empresa. Cuando esto se cumple el éxito del programa está casi garantizado.

Paso 4: Selecciona el programa de capacitación más adecuado

Este podría ser uno de los pasos más delicados y dónde tendrás que invertir más tiempo. Una vez que has realizado todos los pasos anteriores, necesitas encontrar los cursos y contenidos para lograr todo lo anterior.

La buena noticia, es que hoy día existen miles de opciones de contenidos y capacitación que puedes adaptar en función de las características de tu empresa y de tus colaboradores.

Estos son algunos de los puntos clave que debes tomar en cuenta el momento de seleccionar el curso a ofrecer:

Piensa en el formato, este puede ser presencial o en línea. También puedes utilizar el “blended learning”, que combina ambos formatos y permite aprovechar lo mejor del mundo online y offline. La mejor opción será aquella que se adapte a tus objetivos pedagógicos e intereses de tu equipo.

Fomenta la práctica o el “Learning by doing”. Lo ideal es que tus colaboradores pongan en práctica lo aprendido en el día a día, solo así podrán apreciar el verdadero valor del programa.

Facilita el feedback y la interacción. Si de verdad quieres que tus empleados aprendan, fomenta la interacción con los contenidos y profesores, deja espacio para las preguntas y asegúrate de que las dudas sean aclaradas.

Divide los contenidos y dosifica la capacitación.

Deja que los alumnos sean autónomos en cuanto a su aprendizaje

Paso 5: Comunicar el programa de capacitación de personal

Prepara una campaña de comunicación y marketing para tu plan de capacitación. Explica a todos los miembros de tu empresa con detalles los objetivos de la capacitación, beneficios, tiempos y cualquier otro aspecto técnico y logístico que sea relevante.

Utiliza todos los canales tecnológicos que tengas disponibles siendo lo más visual posible, destacando los beneficios profesionales y personales y siendo original.

Paso 6: Implementa el programa de capacitación

Luego de comunicar el programa y asegurarte de que toda la infraestructura y aspectos logísticos estén preparados, es momento de poner en marcha el programa de capacitación ¡Y hacerlo con éxito!

Si vas a llevar a cabo tu programa a través de una plataforma de e-Learning, verifica que la misma funcione a la perfección y que todo esté preparado para que los colaboradores puedan participar en los cursos sin errores.

Paso 7: Obtener feedback y evaluar los resultados

Una vez concluido el programa de capacitación de personal, es momento de obtener la retroalimentación de todos los participantes y sobre todo, evaluar su efectividad.

Puedes evaluar tu programa de capacitación a través de entrevistas y encuestas en línea y así conocer si a los empleados les ha gustado la capacitación, si han logrado conseguir los objetivos pedagógicos y si la recomendarían a otros compañeros.

Todos estos datos no deben servirte sólo para evaluar el programa de capacitación que has realizado, sino también para que todo ese feedback se convierta en una experiencia de aprendizaje que te sirva para realizar mejoras en el futuro. (16)

DATA BIM

Software Smartplant Spoolgen

SmartPlant Spoolgen es una aplicación probada de resistencia industrial que permite la creación de dibujos isométricos de tuberías para la fabricación y el montaje a partir del diseño creado durante la fase de ingeniería de detalle de los proyectos. Puede agregar información adicional, como la ubicación de las soldaduras de campo, y crear nuevos dibujos e informes desde la misma fuente que los dibujos originales. La tecnología se basa en Isogen, el software estándar de la industria para la generación isométrica automatizada de tuberías, y se ha implementado con éxito en todos los tamaños de proyectos de ingeniería de plantas en todas las regiones del mundo. (17)

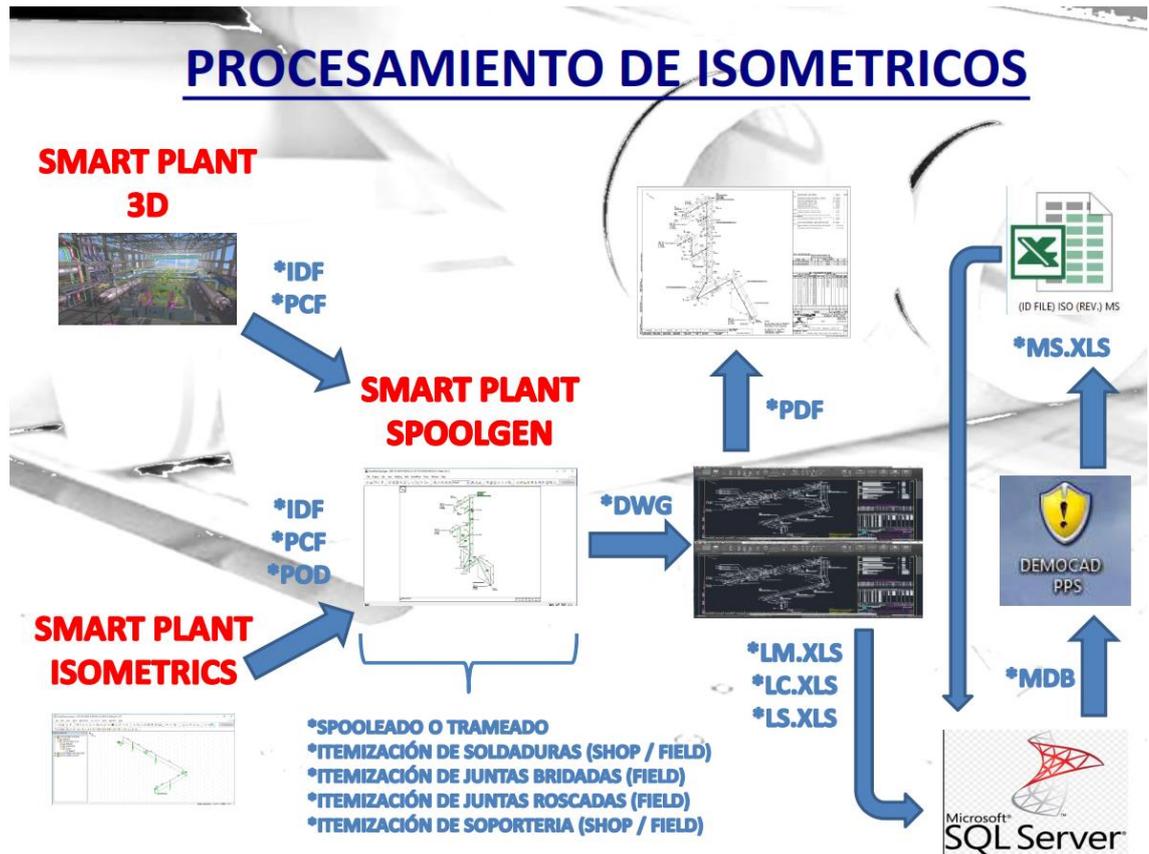
SmartPlant Spoolgen proporciona un rápido retorno de la inversión, es fácil de usar y requiere una formación mínima. Reduce significativamente:

- Horas laborales.
- Costos de fabricación.
- Horarios de proyectos.
- Re trabajo.
- Errores durante el montaje de la tubería.
- Residuos

Elimine Errores Y Reelaboración A Través De La Consistencia De Datos

Los datos de las tuberías normalmente se entregan al contratista de ingeniería y fabricante de la tubería a través de archivos IDF o PCF (archivos de entrada ISOGEN creados en el sistema de diseño del EPC). El uso de SmartPlant Spoolgen garantiza la coherencia total de los datos con el diseño original del sistema de tuberías. Este flujo preciso de datos electrónicos reduce significativamente las posibilidades de errores en los datos de las tuberías, evitando costosos reprocesos y ahorrando tiempo y costos asociados. (18)

Imagen 2. 5: Procesamiento de información y generación de isométricos



Fuente: Imagen elaborado por la propia empresa DEMOCAD

Añadir Información De Fabricación Y Erección A Isométricos

Con una funcionalidad simple, los fabricantes de tuberías pueden agregar información de fabricación y montaje a los archivos de datos de tuberías electrónicos (IDF o PCF) sin la necesidad de volver a redactar o volver a ingresar los datos del material. Los spool se definen mediante la adición de posiciones de soldadura de campo en el dibujo isométrico en pantalla. SmartPlant Spoolgen luego produce automáticamente el número requerido de isométricos de spool para la fabricación de tuberías en el taller. También se pueden producir isométricos de montaje para la tubería completa, lo que ayuda a las actividades en el sitio cuando los spool finalmente se montan in posición. Proporcionar una rápida devolución de inversión, el SmartPlant Spoolgen es ampliamente utilizado por los principales fabricantes de tuberías del mundo y por los EPC que generan dibujos de fabricación. El uso

extensivo de proyectos globales ha identificado ahorros cuantificables en términos de horas de mano de obra, costos de fabricación, cronogramas de proyectos, reprocesos y errores de montaje. SmartPlant Spoolgen genera importantes ahorros financieros y proporciona un retorno de la inversión muy rápido.

Integrarse con todos los sistemas de diseño de plantas y líderes

Los fabricantes de tuberías pueden usar SmartPlant Spoolgen junto con todos los sistemas líderes de diseño de plantas en 3D (incluido Intergraph SmartPlant

3D, PDS y CADWorx; AVEVA PDMS; y Bentley AutoPLANT y PlantSpace). Esto asegura que cualquiera que sea el sistema que utilice un EPC, SmartPlant Spoolgen pueda entregar los dibujos isométricos necesarios para la fabricación y el montaje. (19)

INDICADORES DE GESTION

Un indicador de gestión o indicador de desempeño (KPI, por sus siglas en inglés) es una forma de medir si una organización, unidad, proyecto o persona está logrando sus metas y objetivos estratégicos.

Las organizaciones utilizan indicadores de gestión en múltiples niveles para evaluar su éxito al alcanzar las metas. Los indicadores de gestión de alto nivel pueden enfocarse en el desempeño general de la empresa, mientras que los KPI de bajo nivel pueden enfocarse en los procesos o los empleados en cada departamento como puede ser: ventas, mercadeo o un centro de soporte al cliente. En su sentido más amplio, los KPI proporcionan la información sobre el desempeño más significativa que permite a las organizaciones (o sus stakeholders) comprender si la organización está o no en el rumbo correcto hacia las metas definidas. De esta manera, unos indicadores de desempeño bien diseñados son instrumentos vitales de navegación, que ofrecen una imagen clara de los niveles actuales de desempeño y si la empresa está donde debería estar. Por otra parte, los indicadores de gestión también son herramientas esenciales para la toma de decisiones. Gracias a que ayudan a reducir complejidad del desempeño

organizacional a un número pequeño de indicadores clave, los KPI facilitan la toma de decisiones y, en última instancia, ayudan a mejorar el desempeño organizacional.

Los indicadores de gestión fortalecen la motivación del equipo de trabajo. La cultura organizacional es extremadamente importante para el desempeño global de cada empresa. Una cultura que apoya y motiva a todos aquellos que hacen parte de ella está destinada a lograr mejores resultados que una que no lo hace.

Los indicadores de gestión dan soporte e influyen en los objetivos estratégicos.

Los indicadores de desempeño son vitales en el cumplimiento de los objetivos estratégicos porque mantienen estos objetivos siempre presentes al tomar decisiones. Es esencial que la estrategia sea comunicada eficientemente a toda la organización, de este modo cuando cada KPI es asignado a un responsable, se logra que los objetivos estratégicos sean conocidos por cada persona.

Los indicadores de gestión fomentan el crecimiento personal, No todas las campañas comerciales o nuevos productos alcanzan las metas definidas. Sin embargo, hacerle seguimiento al cumplimiento de las metas, ya sea este bueno o malo, crea la posibilidad de aprender. Usando indicadores de gestión, los equipos pueden ver exactamente cómo se están desempeñando en un momento dado. Ya no tienen que esperar hasta el final de un trimestre o proyecto para tabular los resultados.

Los indicadores de gestión son críticos para la gestión del desempeño. Se podría decir que este último es el motivo esencial por el que los indicadores clave de desempeño son importantes. Resume todas las razones anteriores: lo que se mide se puede mejorar. La motivación, la cultura y las habilidades de los empleados, entre otros, contribuyen al desempeño. Los KPI simplifican la gestión del desempeño al permitir no solo que cada uno vea su propio avance, sino también el avance de los demás.

(20)

Indicador de Productividad

Indicadores de productividad (key performance indicators) son usados para medir el desempeño, disponibilidad, eficiencia de la empresa en la consecución de objetivos y la utilización de los recursos. Este indicador permite medir la eficiencia del proceso productivo a partir de tres elementos, con el objetivo de identificar posibles ineficiencias durante el proceso de fabricación rendimiento y calidad del proceso productivo de las empresas, de los equipos usados en la producción, del recurso empleado, con el objetivo de determinar la y sus causas raíz, para así poder gestionarlas y mejorarlas. Se mide en un periodo de tiempo determinado (semanal, mensual, anual). (21)

Producción es el proceso de transformación de un material que se encuentra en un estado inicial (materia prima), a través de una serie de etapas (proceso) para llevarlo a un estado final (producto; bien o servicio) Esta transformación puede darse de tres maneras.

Por integración: que consiste en tomar más de un tipo de materia prima y obtener a partir de su conjunción un producto; es el caso de los electrodomésticos, a los automóviles, los licores, un emparedado, etc.

Por desintegración: que básicamente consiste en tomar un material específico y obtener de él varios productos; por ejemplo, el caso del petróleo y sus derivados, la leche y sus derivados, la obtención de oxígeno, nitrógeno y gases nobles a partir del aire, etc.

Por servicios: que implican transformaciones no tangibles tales como el temple de metales, los servicios públicos, el espectáculo, el entretenimiento, los servicios financieros, etc.

En su definición más general, productividad es la relación entre lo producido y lo consumido. Cuantitativamente, es la razón entre la cantidad producida y la cantidad de recursos empleados en dicha producción.

Ahora bien, muchas personas piensan que, a mayor producción, más productividad. Eso no es necesariamente cierto. Veamos el siguiente ejemplo.

Supongamos que una empresa produce carteras de cuero, y que en un período determinado elabora 10000 unidades empleando 50 personas que trabajan 8 horas diarias durante 25 días. En este caso,

Producción = 10000 carteras

Productividad (de la mano de obra) = $10000 \text{ Carteras} / 50 \times 8 \times 25 \text{ Horas-Hombre} = 1 \text{ cartera hora - hombre}$

Es claro que la producción de carteras aumento 20% (de 10000 a 12000), pero la productividad no aumentó en absoluto,

Es fácil demostrar, con cálculos similares, que puede haber casos extremos en los que la productividad de la mano de obra, o de cualquier otro factor, disminuye cuando la producción aumenta; o en los que la productividad de dichos factores aumenta con la producción. Esto es muy importante, sobre todo cuando es normal que en la empresa no se tenga conciencia de productividad. (22)

Qué factores afectan la productividad

El mayor o menor grado de productividad de una empresa se ve influido por una gran variedad de factores, los cuales se clasifican en factores externos y en factores internos, en factores propios y factores ajenos. Si consideramos la empresa como un sistema podemos decir que los factores externos son todos aquellos que se encuentran en el ambiente, es decir fuera del sistema; los factores propios son aquellos que están directamente relacionados con la interacción entre el sistema y su ambiente, y los factores ajenos son aquellos que no se relacionan con la interacción entre el sistema y su ambiente.

En la medida en que el tamaño y el poder de una empresa disminuyen, igualmente decrece su posibilidad de alterar los factores externos a ésta, por lo cual se deduce rápidamente que, para la mayoría de las empresas en

sumamente difícil, casi imposible realmente, afectar y mucho menos controlar los factores externos que inciden en su nivel de productividad.

Así mismos, lo que ocurre en la empresa, es de la plena responsabilidad de la empresa, y es consecuencia directa e inmediata de sus políticas o de la ausencia de las mismas. Por lo anterior se concluye que lo que, si se puede medir, controlar y mejorar son sus factores endógenos. (23)

Indicador de tiempo

En logística, los indicadores de tiempo permiten conocer la duración de cada uno de los procesos y fases que se llevan a cabo. Por ejemplo, estos indicadores de tiempo pueden hacer referencia a lo que se tarde en llevar a cabo una entrega desde que un producto sale del almacén hasta que se realiza el despacho del paquete al cliente final. O, por ejemplo, también ofrecen información sobre el tiempo que un producto permanece en el almacén en forma de stock desde que llega de manos del fabricante a dicho almacén hasta que se produce la compra por parte de un consumidor.

Esta información permite conocer diferentes aspectos de los diversos procesos logísticos y, a partir de dicha información, tomar las decisiones que se consideren más oportunas en cada caso para mejorar la eficiencia del proceso en su conjunto. (20)

2.4 Definición de términos básicos

Ingeniería de detalle: Una ingeniería de proyecto o ingeniería de detalle es el resultado del análisis de una obra particular para ser construida. Su desarrollo da como resultado una serie de documentos técnicos necesarios para la planificación y ejecución en SF del proyecto en cuestión de manera rápida y segura, optimizando recursos tanto materiales como de mano de obra. (18)

Proyectos piping: son proyectos de tuberías ejecutados que consideran el diseño, dimensionamiento y especificaciones de las cañerías y sus accesorios, involucrados en el proyecto para un determinado proceso. (24)

Trabajo colaborativo: Formación de una comunidad de personas que se coordinan en la realización de las diferentes tareas necesarias para lograr, entre todos, el resultado común que el grupo busca. (25)

Lista de materiales: Listado de información de materiales con información normalizado que contiene el isométrico. (18)

Lista de corte: Listado de dimensionamiento de tuberías para fabricación que contiene el isométrico. (24)

Lista de Soldadura: Listado de puntos de soldadura que requiere el isométrico para su fabricación (24)

Trameados: Enumeración de puntos de soldadura del isométrico (18)

RFI: Solicitud de información de consultas técnicas mediante un documento formal. (26)

Información procesada: Información recopilada de los isométricos de la lista de soldadura, corte y listado de materiales que están en proceso de entrega al cliente. (18)

Ratio: Cociente o razón que proporciona unidades contables y financieras de medida y comparación que permite analizar el estado actual o pasado de una persona o una organización (26)

Exportación: Crear un documento que la misma aplicación no podrá editar o bien podría editar mediante la importación del mismo (24)

III HIPOTESIS Y VARIABLES

3.1 Hipótesis

3.1.1 Hipótesis general

Existe una relación significativa entre la metodología Building Information Modeling (BIM) en el desarrollo de la ingeniería de detalle para proyectos piping y los indicadores de gestión de la empresa DEMOCAD E.I.R.L, 2020.

3.1.2 Hipótesis específicas

- a) Existe una relación significativa entre el trabajo colaborativo y los indicadores de gestión de la empresa DEMOCAD E.I.R.L, 2020.
- b) Existe una relación significativa entre la Data BIM y los indicadores de gestión de la empresa DEMOCAD E.I.R.L, 2020.

3.2 Definición conceptual de las variables

Variable 1: Metodología BIM

BIM es el modelado de la información de construcción y se comprende un conjunto de metodologías de trabajo y herramientas caracterizadas por el uso de información de forma coordinada, coherente, computable y continua; empleando una o más bases de datos que contengan toda la información de un proyecto que se pretende diseñar, construir o usar. (27)

Variable 2: Indicadores de Gestión

Un indicador de gestión o indicador de desempeño (KPI, por sus siglas en inglés) es una forma de medir si una organización, unidad, proyecto o persona está logrando sus metas y objetivos estratégicos. Las organizaciones utilizan indicadores de gestión en múltiples niveles para evaluar su éxito al alcanzar las metas. Los indicadores de gestión de alto nivel pueden enfocarse en el desempeño general de la empresa, mientras que los KPI de bajo nivel pueden enfocarse en los procesos o los empleados en cada departamento como puede ser: ventas, mercadeo o un centro de soporte al cliente. (28)

3.2.1 Operacionalización de variables

Tabla 3. 1: Operacionalización de Variables

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍNDICE	MÉTODO	TÉCNICA
V1: METODOLOGÍA BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)	- Trabajo Colaborativo	- Capacitación de BIM	- Siempre (5)	- Analítico Lógico Deductivo	- Empírica: cuestionario
	- Data BIM	- Software Smart Plan Spoolgen	- Casi Siempre (4)	- Analítico Lógico Deductivo	- Empírica: cuestionario
V2: INDICADORES DE GESTIÓN		- Cantidad de planos	- A Veces (3)	- Analítico Lógico Deductivo	- Empírica: cuestionario
	- Indicador de Productividad	- Información procesada	- Casi Nunca (2)	- Analítico Lógico Deductivo	- Empírica: cuestionario
		- Costo del proyecto	- Nunca (1)	- Analítico Lógico Deductivo	- Empírica: cuestionario
	- Indicador de Tiempo	- Tiempo del proyecto		- Analítico Lógico Deductivo	- Empírica: cuestionario

Fuente: Elaborado en base a la tesis

IV DISEÑO METODOLOGICO

4.1 Tipo y diseño de investigación:

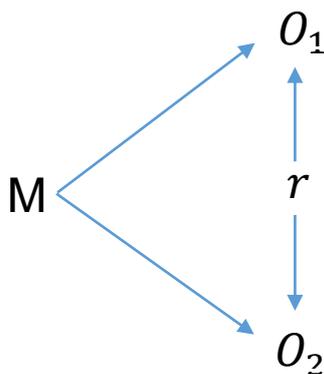
4.1.1 Tipo de investigación:

La presente investigación es de tipo Tecnológica, porque responde a problemas técnicos, utilizando conocimiento de la metodología BIM para así solucionar situaciones en proyectos piping.

Según Espinoza, Ciro (2014). La investigación tecnológica tiene como propósito aplicar el conocimiento científico para solucionar los diferentes problemas que beneficien a la sociedad.

4.1.2 Diseño de la investigación:

Se utilizó el diseño Correlacional porque se buscó el grado de relación existente entre dos o más variables de un objeto de estudio según (Espinoza, Ciro 2014)



Esquema del diseño de investigación de nivel correlacional

Dónde:

M: Muestra del estudio

O1: Variable 1: Metodología Building Information Modeling (BIM)

O2: Variable 2: Indicadores de Gestión

r: relación entre las variables de estudio

4.2 Método de Investigación

Esta investigación se basó en el MÉTODO ANALITICO LOGICO DEDUCTIVO con enfoque sistémico, que hace referencia a la extracción de consecuencias a partir de una proposición.

4.3 Población y muestra

4.3.1 Población

La población es entendida como el cúmulo de sujetos, seres o entidades que son objeto de estudio, razón por la que tienen una situación en común (29)

La población para la presente investigación estuvo constituida por 15 trabajadores del Departamento técnico de Ingeniería de la empresa DEMOCAD E.I.R.L, que elaboran proyectos piping con la implementación de la metodología BIM en la ingeniería de detalle.

Trabajadores del Departamento de Ingeniería de la empresa	Cantidad
Gerente de ingeniería	01
Ingenieros	04
Proyectistas	06
Cadistas	04

4.3.2 Muestra

La muestra es la fracción del todo (población) que posee como atributo en común, el objeto de estudio. (29)

La muestra para la presente investigación estuvo constituida por 15 trabajadores del Departamento técnico de Ingeniería de la empresa DEMOCAD E.I.R.L, que elaboran proyectos piping con la implementación de la metodología BIM en la ingeniería de detalle.

4.4 Lugar de estudio y periodo desarrollado

Empresa DEMOCAD E.I.R.L, Los Olivos.

4.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Hernández (2010) describe: De acuerdo con nuestro problema estudio e hipótesis [...], la siguiente etapa consiste en recolectar los datos pertinentes sobre las atribuciones, conceptos o variables de las unidades de análisis o casos (p.198).

4.5.1 Técnicas de recolección de datos

Morone (2012), afirma que las técnicas son los procedimientos e instrumentos que utilizamos para acceder al conocimiento, mediante encuestas, entrevistas, observaciones y todo lo que se deriva de ellas.

En esta investigación la técnica seleccionada fue la encuesta, la misma que se desarrollará dentro del área del Departamento técnico de Ingeniería de la empresa DEMOCAD E.I.R.L, donde elaboran proyectos piping con la implementación de la metodología BIM en la ingeniería de detalle.

La encuesta, es una técnica que permite recoger información por medio de preguntas y organizadas en un documento impreso, en el cual cada sujeto sometido a medición dejara constancia de su opinión o criterio sobre una determinada problemática (Carrasco, 2010)

4.5.2 Instrumentos para recolección de datos

Hernández, Fernández y Baptista (2010), sobre el instrumento refirieron que: “Es un recurso que utiliza el investigador para registrar información o datos sobre las variables que tiene en mente” (p. 200).

Para la presente investigación se utilizará como instrumento al cuestionario de preguntas. El primer cuestionario medirá la Metodología Building Information Modeling (BIM), para ello se diseñarán 10 preguntas con una escala tipo Likert conformada por 5 índices, que fueron: Siempre (5), Casi Siempre (4), A veces (3); Casi Nunca (2); Nunca (1). El segundo instrumento medirá los Indicadores de Gestión y estará conformado por 10 ítems y una

escala tipo Likert conformada por 5 índices, que fueron: Siempre (5), Casi Siempre (4), A veces (3); Casi Nunca (2); Nunca (1).

Según Carrasco (2010) "Un cuestionario es un conjunto de preguntas que se confecciona para obtener información con algún objetivo en concreto.

Validación y confiabilidad del instrumento de medición

La torre (2007) menciona: Se entiende por validez el grado en que la medida refleja con exactitud el rasgo, características o dimensión que se pretende medir [...], la validez se da en diferentes grados y es necesario caracterizar el tipo de validez de la prueba (p.74)

4.5.3 Confiabilidad del instrumento

Según Carrasco (2010) es el grado en que un instrumento produce resultados consistentes y coherentes. Es decir, en que su aplicación repetida al mismo sujeto u objeto produce resultados iguales.

Para conocer la confiabilidad del instrumento se realizó una prueba piloto. Esta prueba consistió en compartir el cuestionario virtual mediante un enlace web, a 15 trabajadores del Departamento técnico de Ingeniería de la empresa FIMA S.A.C, para que brinden sus respuestas de manera personal y confidencial, en relación a las preguntas de nuestro cuestionario sobre Metodología BIM y los Indicadores de Gestión. Todos ellos respondieron a las preguntas del cuestionario. La selección de los sujetos que conformaron la muestra para la prueba piloto se dará de manera aleatoria y todos ellos respondieran a las preguntas de ambos cuestionarios.

Luego de realizar la encuesta piloto procesamos los datos en el software SPSS 22.0

Tabla 4. 1: Nivel de Confiabilidad

Muy Baja	Baja	Regular	Aceptable	Elevada
0.00 –	0.21 –	0.41 –	0.61 –	0.81 –
0.20	0.40	0.60	0.80	1.00

Para determinar el nivel de confiabilidad se ha utilizado el Alfa de Cronbach debido a que la escala del instrumento fue tipo Likert con 5 índices.

El Alfa de Cronbach es un método de cálculo del coeficiente de fiabilidad, que identifica la fiabilidad como consistencia interna. Se denomina así porque analiza hasta qué punto medidas parciales obtenidas con los diferentes ítems son “consistentes” entre sí y por tanto representativas del universo posible de ítems que podrían medir ese constructo.

La fiabilidad de un test o instrumento de medida intenta establecer la precisión con la que realiza sus mediciones. Se trata de un concepto muy asociado al error de medida, ya que a mayor fiabilidad, menos error de medida. Es un t pico constante en todos los instrumentos de medida. Su estudio trata de establecer la precisión con la que mide cualquier instrumento de medida en general y los tests en particular. Cuanto más fiable es un test, con mayor precisión mide y, por lo tanto, menos error de medida se comete. (30)

Tabla 4. 2: Confiabilidad del Instrumento

Alfa de Cronbach	N� de Elementos
0.821	10
0.849	10

El resultado de la prueba de Alfa de Cronbach arrojó un valor de $\alpha = 0.821$ Para la variable Metodología BIM y $\alpha = 0.849$ para la variable Indicadores de Gestión. Según estos valores se puede inferir que ambas variables tienen una ELEVADA confiabilidad y, por lo tanto, podían ser utilizados para la recolección de información.

4.5.4 Validación del instrumento

Hernández, Fernández y Baptista (2010), dijo, la validez de un instrumento, "se refiere al grado en que un instrumento realmente mide la variable que pretende medir". (p. 201). De acuerdo a Bernal (2010) la validez de contenido hace referencia al juicio sobre el grado en que el instrumento representa el universo de la variable objeto de la medición.

Para corroborar la validez de los cuestionarios que se utilizaron para esta investigación, fue necesario conocer el criterio de algunos expertos en investigación quienes determinaron la validez del cuestionario, determinando su apreciación sobre los ítems de las variables de la Metodología BIM en el

desarrollo de la ingeniería de detalle para proyectos piping y los indicadores de gestión, así como cada una de sus dimensiones. Este procedimiento fue realizado a través del Juicio de expertos.

El grupo de expertos que validaron los instrumentos estuvo conformado por docentes con grado de doctor o magister, que laboran en la Universidad Nacional del Callao y un especialista en el área BIM.

Tabla 4. 3: Juicio de Expertos

N°	Experto	Aplicabilidad
1	Mg. Vladimiro Contreras Tito	Aplicable
2	Mg. Arturo Gamarra chichay	Aplicable
3	MB Luis Alberto Jara Collantes	Aplicable

4.6 Análisis y procesamiento de datos

Carrasco (2010) expresa: Las investigaciones de enfoque cuantitativo no pueden prescindir del análisis estadístico que les permita recolectar, procesar, interpretar e inferir propiedades o características de una muestra de estudio.

Esta fase de la investigación detallará la forma en que los datos recolectados serán procesados. Para lo cual, será necesario apoyarse en la utilización de la estadística como herramienta.

4.6.1 Estadística descriptiva

Se ha desarrollado con el programa SPSS 22.0 mediante la descripción de tablas de frecuencia y porcentaje, también se utilizaron gráfico de barras con los resultados obtenidos de la base de datos. Y se utilizará el Microsoft Excel para clasificar y organizar la base de datos de la muestra.

4.6.2 Estadística inferencial

Según Kumar (2002) citado por Arbaiza (2014) la estadística inferencial “brinda al investigador la posibilidad de deducir si el fenómeno observado en la muestra también se encuentra en la población con un nivel de confianza significativa”. (p. 239).

Se ha aplicado con el programa SPSS 22.0 mediante el análisis coeficiente de correlación de Rho de Spearman, porque es una técnica estadística para investigar la relación funcional entre dos o más variables ajustado a un modelo matemático.

Prueba de hipótesis Hernández, Fernández y Baptista (2010),

Una prueba de hipótesis en el contexto de la estadística inferencial es “proposición respecto a uno o varios parámetros y lo que el investigador hace es determinar si la hipótesis poblacional es congruente con los datos obtenidos en la muestra” (p. 306).

Nivel de significación Hernández, Fernández y Baptista (2010),

El nivel de significancia representa el nivel de la probabilidad de equivocarse y que fija de manera a priori el investigador. (p. 307). El nivel más aceptado es entre 0 y 0.05 que significa que 95% de confianza de que la correlación sea factible y 0.05% esté en la probabilidad de que el estadístico de prueba caiga en un error cuando la hipótesis es nula o verdadera. (Triola 2009 p. 384).

V RESULTADOS

5.1 Resultados descriptivos

Se ha desarrollado con el programa SPSS 22.0 mediante la descripción de tablas de frecuencia y porcentaje, también se utilizaron gráfico de barras con los resultados obtenidos de la base de datos. Y se utilizará el Microsoft Excel para clasificar y organizar la base de datos de la muestra.

Tabla 5. 1: Niveles según porcentajes de la Dimensión 1: trabajo colaborativo

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	REGULAR	3	20,0	20,0	20,0
	BUENO	3	20,0	20,0	40,0
	MUY BUENO	9	60,0	60,0	100,0
	Total	15	100,0	100,0	

Fuente: Datos obtenidos de la información de nuestro instrumento

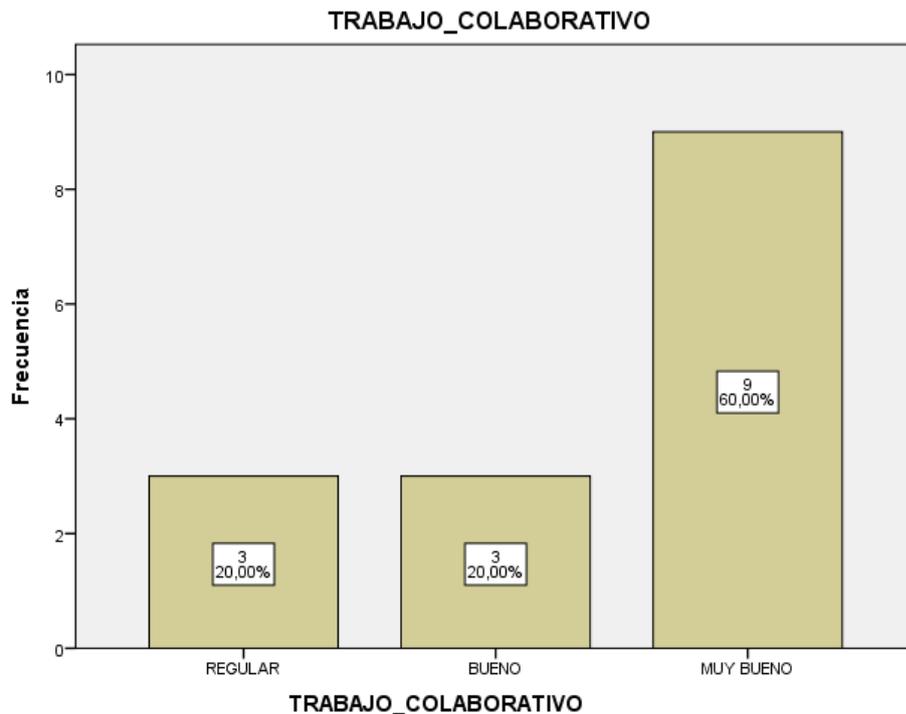


Grafico 5. 1: Porcentajes de la dimensión Trabajo colaborativo

5.1.1 Interpretación

En la tabla 5.1 y gráfico 5.1, se detallan los resultados de la encuesta realizada a 15 trabajadores del Departamento técnico de Ingeniería de la empresa DEMOCAD E.I.R.L, en donde 11 (60%) de ellos percibe que el trabajo colaborativo es muy bueno, y 3 (20%) percibe que es bueno y 3 (20%) percibe que el trabajo colaborativo es muy bueno.

Es decir que la percepción de más de la mitad de los trabajadores del departamento técnico de ingeniería de la empresa, es que el trabajo colaborativo es muy bueno y viene cumpliendo los requerimientos básicos.

Tabla 5. 2: Niveles según porcentajes de la Dimensión 2: Data BIM

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	REGULAR	2	13,3	13,3	13,3
	BUENO	2	13,3	13,3	26,7
	MUY BUENO	11	73,3	73,3	100,0
	Total	15	100,0	100,0	

Fuente: Datos obtenidos de la información de nuestro instrumento

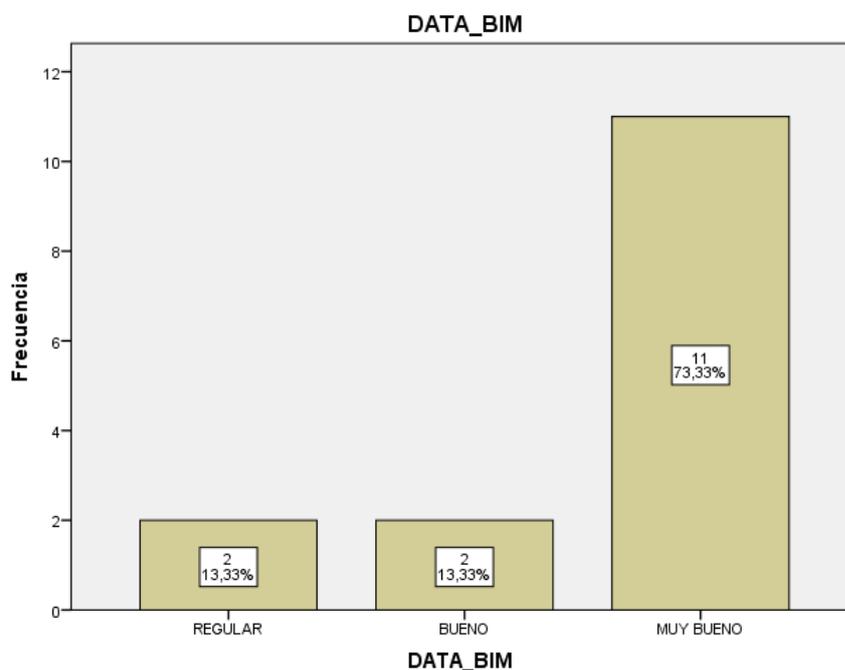


Gráfico 5. 2: Porcentajes de la dimensión data BIM

5.1.2 Interpretación

En la tabla 5.2 y gráfico 5.2, se cuentan con los resultados de la encuesta realizada a 15 trabajadores del Departamento técnico de Ingeniería de la empresa DEMOCAD E.I.R.L, en donde 11 (73,3%) de ellos percibe que la Data BIM es muy buena, y 2 (13,3%) percibe que es bueno y 2 (13,3%) percibe que la Data BIM es regular.

Es decir que la percepción de más de la mitad de los trabajadores del departamento técnico de ingeniería de la empresa, es que la Data BIM es muy bueno y viene cumpliendo los requerimientos básicos.

Tabla 5. 3: Niveles según porcentajes de la Dimensión Indicadores de Productividad

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	REGULAR	2	13,3	13,3	13,3
	BUENO	10	66,7	66,7	80,0
	MUY BUENO	3	20,0	20,0	100,0
	Total	15	100,0	100,0	

Fuente: Datos obtenidos de la información de nuestro instrumento

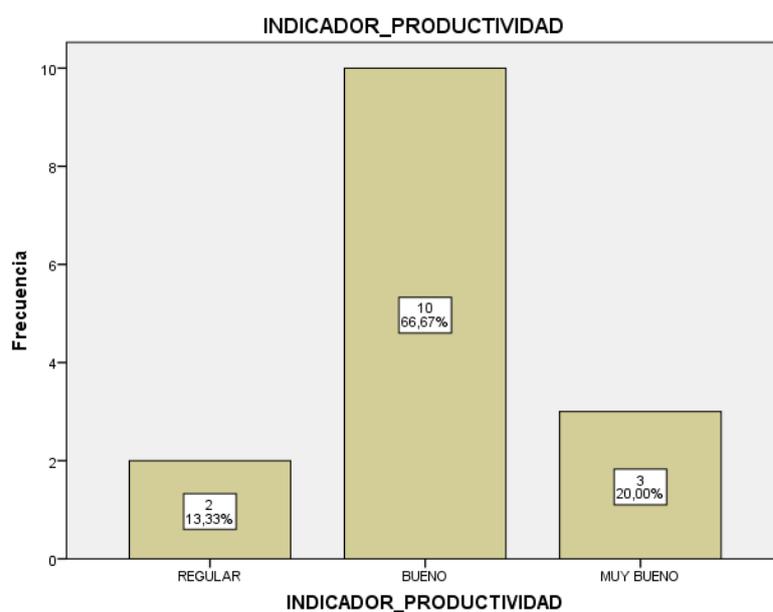


Gráfico 5. 3: Porcentajes de la dimensión Indicadores de productividad

5.1.3 Interpretación

En la tabla 5.3 y gráfico 5.3, se cuentan con los resultados de la encuesta realizada a 15 trabajadores del Departamento técnico de Ingeniería de la empresa DEMOCAD E.I.R.L en donde 10 (66.7%) de ellos percibe que el indicador de productividad es bueno, el 3 (20%) percibe que es muy bueno y solo 2 (13,3%) percibe que es regular.

Es decir que la percepción de más de la mitad de los trabajadores del departamento técnico de ingeniería de la empresa, es que el indicador de productividad es bueno y viene cumpliendo los requerimientos básicos.

Tabla 5. 4: Niveles según porcentajes de la Dimensión Indicadores de Tiempo

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	REGULAR	4	26,7	26,7	26,7
	BUENO	10	66,7	66,7	93,3
	MUY BUENO	1	6,7	6,7	100,0
	Total	15	100,0	100,0	

Fuente: Datos obtenidos de la información de nuestro instrumento

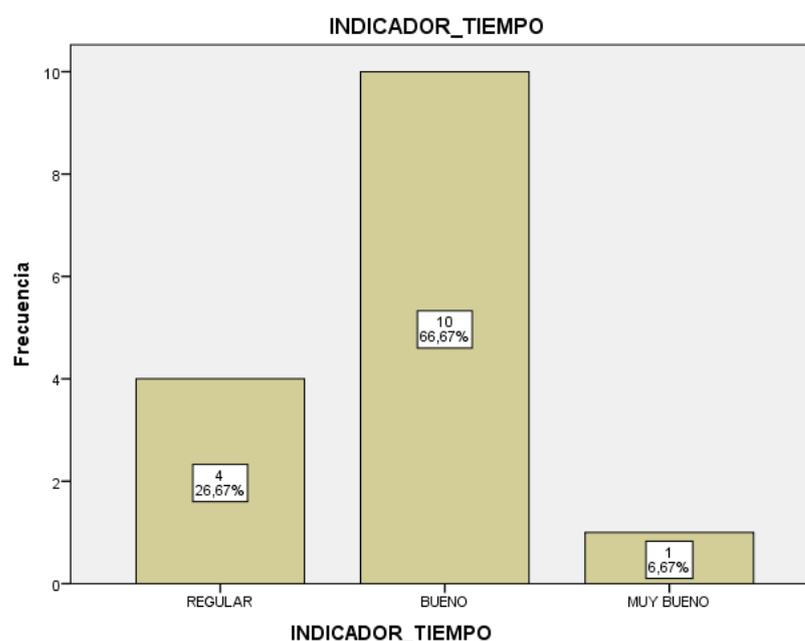


Gráfico 5. 4: Porcentajes de la dimensión Indicadores de tiempo

5.1.4 Interpretación

En la tabla 5.4 y gráfico 5.4 se cuentan con los resultados de la encuesta realizada a 15 trabajadores del Departamento técnico de Ingeniería de la empresa DEMOCAD E.I.R.L., en donde 10 (66,7%) de ellos percibe que el indicador de tiempo es bueno, y 1 (6,7%) percibe que es muy bueno y solo 4 (26,7%) percibe que el indicador de tiempo es regular.

Es decir que la percepción de más de la mitad de los trabajadores del departamento técnico de ingeniería de la empresa, es que el indicador de tiempo es bueno y viene cumpliendo los requerimientos básicos.

5.2 Resultados inferenciales

5.2.1 Correlación de hipótesis general

Ho: No existe relación significativa entre la Metodología Building Information Modeling (BIM) para el desarrollo de la ingeniería de detalle en proyectos piping y los indicadores de gestión de la empresa DEMOCAD E.I.R.L., 2020.

Hi: Existe relación significativa entre la Metodología Building Information Modeling (BIM) para el desarrollo de la ingeniería de detalle en proyectos piping y los indicadores de gestión de la empresa DEMOCAD E.I.R.L., 2020

Regla de decisión

El nivel de significación “p” es menor a 0.05; rechazar la Ho

El nivel de significación “p” es mayor a 0.05; no se rechaza la Ho

Nivel de significación: El nivel de confiabilidad es de 95%

Tabla 5. 5 Prueba de correlación entre las variables Metodología BIM (V1) y Los Indicadores de Gestión (V2), según la prueba estadística coeficiente de correlación de Rho de Spearman

			METODOLOGÍA BIM	INDICADORES_ DE GESTIÓN
Rho de Spearman	METODOLOGÍA BIM	Coefficiente de correlación	1,000	,692**
		Sig. (bilateral)	.	,004
		N	15	15
	INDICADORES DE GESTIÓN	Coefficiente de correlación	,692**	1,000
		Sig. (bilateral)	,004	.
		N	15	15

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas).

Fuente: Datos obtenidos de la información de nuestro instrumento

En la tabla 5.5 se muestran los resultados de la prueba de correlación en donde se puede observar el valor de la correlación según Spearman. El p valor = ,004 < ,050. El valor de la significancia permite rechazar la hipótesis nula y se asume que, existe relación significativa entre la Metodología BIM y los Indicadores de Gestión en la empresa DEMOCAD E.I.R.L., 2020. El coeficiente Rho= ,692 que indica una correlación positiva moderada. Así mismo comprobamos que existe una relación de 69.7% entre ambas variables.

5.2.2 Correlación de hipótesis específicas

5.2.2.1 Hipótesis específica 1

- a) Ho: No existe relación significativa entre el Trabajo colaborativo y Los indicadores de gestión en la empresa DEMOCAD E.I.R.L., 2020.
- b) Hi: Existe relación significativa entre el Trabajo colaborativo y Los indicadores de gestión en la empresa DEMOCAD E.I.R.L., 2020.

Regla de decisión

- a) El nivel de significación “p” es menor a 0.05; rechazar la Ho
- b) El nivel de significación “p” es mayor a 0.05; no se rechaza la Ho
- c) Nivel de significación: El nivel de confiabilidad es de 95%.

Tabla 5. 6: Prueba de correlación entre la Dimensión Trabajo Colaborativo y Los Indicadores de Gestión, según la prueba estadística coeficiente de correlación de Spearman

		TRABAJO_CO LABORATIVO	INDICADORES_DE_ GESTIÓN
Rho de TRABAJO_CO Spearman LABORATIVO	Coefficiente de correlación	1,000	,646**
	Sig. (bilateral)	.	,009
	N	15	15
INDICADORES DE GESTIÓN	Coefficiente de correlación	,646**	1,000
	Sig. (bilateral)	,009	.
	N	15	15

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas).

Fuente: Datos obtenidos de la información de nuestro instrumento

En la tabla 5.6 se muestran los resultados de la prueba de correlación en donde se puede observar el valor de la correlación según Spearman. El p valor = ,009 < ,050. El valor de la significancia permite rechazar la hipótesis nula y se asume que, existe relación significativa entre la Trabajo Colaborativo y los Indicadores de Gestión en la empresa DEMOCAD E.I.R.L, 2020. El coeficiente Rho= ,646 que indica una correlación positiva moderada. Así mismo comprobamos que existe una relación de 64.6% entre ambas variables.

5.2.2.2 Hipótesis específica 2

- a) Ho: No existe relación significativa entre la Data BIM y Los indicadores de gestión en la empresa DEMOCAD.
- b) Hi: Existe relación significativa entre la Data BIM y Los indicadores de gestión en la empresa DEMOCAD.

Regla de decisión

- a) El nivel de significación “p” es menor a 0.05; rechazar la Ho
- b) El nivel de significación “p” es mayor a 0.05; no se rechaza la Ho
- c) Nivel de significación: El nivel de confiabilidad es de 95%.

Tabla 5. 7: Prueba de correlación entre la Dimensión Data BIM y Los Indicadores de Gestión, según la prueba estadística coeficiente de correlación de Spearman

			DATA BIM	INDICADORES_DE_GESTIÓN
Rho de Spearman	DATA_BIM	Coeficiente de correlación	1,000	,703**
		Sig. (bilateral)	.	,003
		N	15	15
	INDICADORES_DE_GESTIÓN	Coeficiente de correlación	,703**	1,000
		Sig. (bilateral)	,003	.
		N	15	15

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas).

Fuente: Datos obtenidos de la información de nuestro instrumento

En la tabla 5.7 se muestran los resultados de la prueba de correlación en donde se puede observar el valor de la correlación según Spearman. El $p = ,003 < ,050$. El valor de la significancia permite rechazar la hipótesis nula y se asume que, existe relación significativa entre la Data BIM y los Indicadores de Gestión en la empresa DEMOCAD E.I.R.L, 2020. El coeficiente $Rho = ,703$ que indica una correlación positiva moderada. Así mismo comprobamos que existe una relación de 70.3% entre ambas variables.

VI DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1 Contrastación de la hipótesis con los resultados

6.1.1 Hipótesis General

Existe una relación significativa entre la metodología Building Information Modeling (BIM) en el desarrollo de la ingeniería de detalle para proyectos piping y los indicadores de gestión de la empresa DEMOCAD E.I.R.L, 2020.

Hipótesis nula (H 0)

H0: No existe relación significativa entre la Metodología Building Information Modeling (BIM) y los indicadores de gestión para el desarrollo de la ingeniería de detalle en proyectos piping de la empresa DEMOCAD E.I.R.L., 2020.

Hipótesis Alternativa (H 1)

H1: Existe relación significativa entre la Metodología Building Information Modeling (BIM) y los indicadores de gestión para el desarrollo de la ingeniería de detalle en proyectos piping de la empresa DEMOCAD E.I.R.L., 2020.

El nivel de significación “p” es menor a 0.05; rechazar la Ho

El nivel de significación “p” es mayor a 0.05; no se rechaza la Ho

Nivel de confianza: 95%

Conclusión:

De acuerdo al análisis de los resultados mostrados en la tabla N° 5.5. Existe relación significativa entre la metodología Building Information Modeling (BIM) en el desarrollo de la ingeniería de detalle para proyectos piping y los indicadores de gestión de la empresa DEMOCAD, E.I.R.L, Lima 2020. A consecuencia de que el valor de rho= 0,692 este resultado según la escala de valores de correlación indica que existe una correlación positiva media, y puesto que el p valor = 0.004, estos resultados permiten concluir que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa general.

6.1.2 Hipótesis Específica (a)

El trabajo colaborativo se relaciona significativamente con los indicadores de gestión de la empresa DEMOCAD, E.I.R.L, Lima 2020.

Hipótesis Nula (H 0)

H0: No existe relación significativa entre el Trabajo colaborativo y Los indicadores de gestión en la empresa DEMOCAD E.I.R.L., 2020.

Hipótesis Alternativa (H 1)

H1: Existe relación significativa entre el Trabajo colaborativo y Los indicadores de gestión en la empresa DEMOCAD E.I.R.L., 2020.

El nivel de significación “p” es menor a 0.05; rechazar la Ho

El nivel de significación “p” es mayor a 0.05; no se rechaza la Ho

Nivel de confianza: 95%

Conclusión:

Conforme al análisis de los resultados mostrados en la tabla N° 5.6. Existe relación significativa entre el trabajo colaborativo y los indicadores de gestión de la empresa DEMOCAD E.I.R.L, Lima 2020. A consecuencia de que el valor de rho =,692 este resultado según la escala de valores de correlación indica que existe una correlación positiva considerable, y puesto que el p valor = 0.004, estos resultados permiten concluir que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa específica.

6.1.3 Hipótesis Específica (b)

La Data BIM se relaciona significativamente con los indicadores de gestión de la empresa DEMOCAD, E.I.R.L, Lima 2020.

Hipótesis Nula (H 0)

H0: No existe relación significativa entre la Data BIM y Los indicadores de gestión en la empresa DEMOCAD E.I.R.L., 2020.

6.1.4 Hipótesis Alternativa (H 1)

H1: Existe relación significativa entre la Data BIM y Los indicadores de gestión en la empresa DEMOCAD E.I.R.L., 2020.

El nivel de significación “p” es menor a 0.05; rechazar la Ho

El nivel de significación “p” es mayor a 0.05; no se rechaza la Ho

Nivel de confianza: 95%

Conclusión:

Conforme al análisis de los resultados mostrados en la tabla N° 5.7. Existe relación significativa entre la Data BIM y los indicadores de gestión de la empresa DEMOCAD E.I.R.L, Lima 2020. A consecuencia de que el valor de $r = 0,703$ este resultado según la escala de valores de correlación indica que existe una correlación positiva considerable, y puesto que el p valor = 0,003, estos resultados permiten concluir que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa específica.

Contrastación de la hipótesis con otros estudios similares

Conforme a los resultados (véase en la tabla N° 6) el valor de $r = 0,692$ este resultado según la escala de valores de correlación define como una correlación positiva media, también el P Valor igual a (0,004) puesto que el valor de p es inferior al 5% de significancia ello permite que se rechace la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa general, con todo esto, se establece que la metodología Building Information Modeling (BIM) en el desarrollo de la ingeniería de detalle para proyectos piping se relaciona significativamente con los indicadores de gestión de la empresa DEMOCAD, E.I.R.L, Lima 2020.

Estos resultados guardan relación con lo que sostiene Coronado (2019) que llegó a la misma conclusión en una investigación sobre la Aplicación de la tecnología BIM en el desarrollo de la ingeniería de detalle de una planta de procesos metalúrgicos donde su estudio muestra que las actividades de

correlación y coordinación; así como, la documentación es más dinámica y versátil con uso de la tecnología BIM.

Ascue (2017) llegó a la conclusión que el uso del software BIM en las empresas, es una moderna propuesta de gestión de los proyectos, que nos permite tomar medidas en etapas anticipadas, eliminar desperdicios, obtener mejoras en todas las etapas del diseño con elementos específicos, materiales, fases y metrados a largo de todo Producción de proyectos. Mediante los resultados obtenidos se concluye que existe correlación por el estadístico Rho Spearman al obtener un valor de 0,607 entre la aplicación del Software BIM y la Producción de proyectos. Para la prueba de hipótesis se utilizó el estadístico Chi cuadrado y el coeficiente de correlación de Rho de Spearman con lo cual demostramos que entre la Aplicación del software BIM y la Producción de Proyectos hay una buena relación y una significación de $p = 0,036$.

Responsabilidad ética

Quienes suscribimos Franklin Sánchez Juárez con DNI 46059566 y Wilmer Moya Tarazona con DNI 70753855, declaramos que el presente informe final de investigación, Metodología Building Information Modeling (BIM) en el desarrollo de la Ingeniería de detalle de proyectos piping y los indicadores de gestión de la empresa DEMOCAD E.I.R.L. Ha sido realizada por nuestra persona con fines de aporte científico, con el uso y aplicación de la literatura científica referente al tema de investigación, en consecuencia, los datos utilizados y el contenido, para los efectos legales y académicos que se desprenden del presente informe final de investigación son y serán de mi entera responsabilidad.

CONCLUSIONES

Según los resultados obtenidos se ha llegado a las siguientes conclusiones:

1. Se concluye determinar que existe una relación significativa entre la Metodología BIM para el desarrollo de la ingeniería de detalle en proyectos piping y los indicadores de gestión de la empresa DEMOCAD E.I.R.L., 2020. El coeficiente $Rho = ,692$ que indica una correlación positiva moderada. Es decir que, si se aplica la metodología BIM se aplicaran los indicadores de gestión. El p-valor = $,004 < ,050$. Permite rechazar la hipótesis nula.
2. Se logra determinar que existe una relación significativa entre el trabajo colaborativo y los indicadores de gestión de la empresa DEMOCAD E.I.R.L., 2020. El coeficiente $Rho = ,646$ que indica una correlación positiva considerable. Es decir que, si se mejora el trabajo colaborativo se mejoraran los indicadores de gestión. El p-valor = $,009 < ,050$. Permite rechazar la hipótesis nula.
3. se logró determinar que existe una relación significativa entre la Data BIM y los indicadores de gestión de la empresa DEMOCAD E.I.R.L., 2020. El coeficiente $Rho = ,703$ que indica una correlación positiva moderada. Es decir que, si se implementa la Data BIM se implementaran los indicadores de gestión. El p-valor = $,003 < ,050$. Permite rechazar la hipótesis nula.

RECOMENDACIONES

1. Se considere la metodología BIM en el desarrollo de la ingeniería de detalle para proyectos piping en referente al análisis de procesos de esta investigación a través de los indicadores de gestión, para ser aplicados a los diferentes procesos y áreas de diseño o donde se requiera una gestión sistemática que involucre metodologías y herramientas, con el propósito de mejorar la productividad y el tiempo.
2. Establecer una evaluación periódica para el funcionamiento del equipo de trabajo, habilidades de colaboración y las características de los miembros. Esto es necesario para mejorar la efectividad de las capacitaciones.
3. Establecer un plan de programación en la Data BIM, para ejecutar solo la información necesaria que requiere el proyecto. Esto garantizará la eficacia de la productividad y el tiempo de la producción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. FMI. 2019.
2. Fernandez, Franco. Universidad de Aconcaqua. [En línea] 2018. [Citado el: 10 de Diciembre de 2020.]
3. Violeta, Ascue Torres. *Relación entre la Aplicación del Software BIM y la Producción de Proyectos en la Empresa Havym Arquitek - San Juan de Lurigancho.* 2017. TESIS DE GRADO.
4. Farfan, Edwin y Chavil, Daniel. *Análisis y evaluación de la implementación de la metodología BIM en empresas peruanas.* Universidad de Ciencias Aplicadas. 2016. TESIS DE GRADO.
5. Coronado, Marco Antonio. *APLICACIÓN DE LA TECNOLOGÍA BIM EN EL DESARROLLO DE LA INGENIERÍA DE DETALLE DE UNA PLANTA DE PROCESOS METALÚRGICOS.* La Libertad, Universidad Privada del Norte. 2019.
6. 19650, ISO. *Un Estandar Global para BIM .* [En línea] Junio de 2020. [Citado el: 25 de Diciembre de 2020.] <https://www.curvabimgt.com/blog/norma-iso-19650-un-est%C3%A1ndar-global-para-bim>.
7. Eastman. *BIM Handbook.* 2011. págs. 7 , 16.
8. A., Pampliega. 2014.
9. Network, AutoDesk Knowledge. AutoDesk. [En línea] 2016. [Citado el: 10 de Septiembre de 2020.] <https://knowledge.autodesk.com/es/support/navisworks-products/getting-started/caas/simplecontent/content/-C2-BFqu-C3-A9-es-bim.html>.
10. Eastman. *BIM Handbook.* 2011. págs. 15-16.
11. Etsie. *Introduccion a la Metologia BIM.* 2010. Vol. I.

12. Ceron, Ismael y Otros. *Plan de implementación de metodología BIM en el ciclo de vida en un proyecto*. Bogotá : Universidad Católica de Colombia, 2017.
13. *Construction*, Cfr. McGraw Hill. 2014, págs. 80-82.
14. Española, Real Academia. 2014.
15. Carlos, Gonzales Perez. *Building Information Modeling: Metodología, aplicaciones y ventajas*. [aut. libro] Universidad Politecnica de Valencia. 2015, págs. 9-11.
16. Perez, Oscar. *programa de capacitación del personal*. [En línea] 08 de Mayo de 2019. [Citado el: 10 de Diciembre de 2020.] <https://blog.peoplenext.com.mx/como-hacer-un-programa-de-capacitacion-del-personal-paso-a-paso>.
17. *Smart Plant Spoolgen*. [En línea] Neon Infotech, 2020. [Citado el: 10 de Diciembre de 2020.] <https://www.neoninfotech.com/smart-plant-spoolgen/>.
18. *Ingeniería de Detalle*. [En línea] [Citado el: 16 de Diciembre de 2020.] <https://consulsteel.com/quehacemos/que-es-una-ingenieria-de-detalle.com>.
19. *SmartPlant Spoolgen. Automatic Isometrics for Fabrication & Erection*. [En línea] Intergraph Korea, 28 de Enero de 2015. [Citado el: 11 de Diciembre de 2020.] http://www.sutera-analytics.com/v2/wp-content/uploads/2015/01/SmartPlant_Spoolgen.pdf.
20. Mauricio, Beltran. *Indicadores de Gestion*. s.l. : 3r editores.
21. Luis, Mora. *indicadores de gestion KPI*. 2017.
22. Jaramillo, Jesús Mauricio Beltran. *factores de Productividad*. s.l. : 3R Editores. págs. 129-131.
23. —. *Indicadores de Gestión*. s.l. : 3R Editores. págs. 129-131. 2.
24. *Proyectos Piping*. [En línea] [Citado el: 20 de Diciembre de 2020.] <http://www.mabenko.com/proyectos-mecanica-piping/>.

25. *Mente, Psicología.* [En línea]
<https://psicologiaymente.com/organizaciones/trabajo-colaborativo>.
26. COWORKINGFY. *Trabajo Colaborativo.* [En línea] 2019. [Citado el: 10 de Diciembre de 2020.] <https://coworkingfy.com/trabajo-colaborativo/>.
27. Picó, Eloi Coloma. *INTRODUCCION A LA TECNOLOGIA BIM .* 2018.
28. Gabriel, Roncacio. *Indicadores de Gestion (KPI´s).* [En línea] 2019.
29. Hernandez. 2010.
30. BARBERO. [En línea] 2020. [Citado el: 10 de ENERO de 2021.]
<https://psicologiaymente.com/miscelanea/alfa-de-cronbach>.
31. Eastman. *BIM Handbook.* 2011. pág. 16.
32. —. *BIM Handbook.* 2011.

ANEXOS

ANEXO 1: Matriz de consistencia

“METODOLOGÍA BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) EN EL DESARROLLO DE LA INGENIERÍA DE DETALLE DE PROYECTOS PIPING Y LOS INDICADORES DE GESTIÓN DE LA EMPRESA DEMOCAD E.I.R.L. – Lima, 2020”

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA	TÉCNICAS- INSTRUMENTOS
GENERAL							
<p>- ¿, Qué relación existe entre la metodología Building Information Modeling (BIM) en el desarrollo de la ingeniería de detalle para proyectos piping y los indicadores de gestión de la empresa DEMOCAD E.I.R.L, 2020?</p>	<p>- Determinar la relación que existe entre la metodología Building Information Modeling (BIM) en el desarrollo de la ingeniería de detalle para proyectos piping y los indicadores de gestión de la empresa DEMOCAD E.I.R.L, 2020</p>	<p>- Existe una relación significativa entre la metodología Building Information Modeling (BIM) en el desarrollo de la ingeniería de detalle para proyectos piping y los indicadores de gestión de la empresa DEMOCAD E.I.R.L, 2020.</p>	<p>V1: METODOLOGÍA BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)</p>	<p>VARIABLE 1: DIMENSIÓN 1 -Trabajo Colaborativo</p> <p>DIMENSIÓN 2 -Data BIM</p>	<p>-Capacitación de BIM</p> <p>-Software SmartPlan Spoolgen</p>	<p>Tipo: Tecnológica Diseño: Correlacional porque se busca el grado de relación existente entre dos o más variables de un objeto de estudio Población: 15 trabajadores del departamento técnico de ingeniería de la empresa DEMOCAD E.I.R.L, que elaboran proyectos piping con la</p>	<p>Técnica Documental: -Normas -Fichas Técnicas -Manuales Técnica Empírica: -Encuesta</p>

ESPECÍFICOS

- ¿Cuál es la relación que existe entre el Trabajo Colaborativo y los indicadores de Gestión de la empresa DEMOCAD E.I.R. L, 2020?

- Determinar la relación que existe entre el trabajo colaborativo y los indicadores de gestión de la empresa DEMOCAD E.I.R. L, 2020.

- Existe una relación significativa entre el trabajo colaborativo y los indicadores de gestión de la empresa DEMOCAD E.I.R.L, 2020

- ¿Cuál es la relación que existe entre la Data BIM y los indicadores de Gestión de la empresa DEMOCAD E.I.R. L, 2020?

- Determinar la relación que existe entre la Data BIM y los indicadores de gestión de la empresa DEMOCAD E.I.R. L, 2020.

-Existe una relación significativa entre la Data BIM y los indicadores de gestión de la empresa DEMOCAD E.I.R.L, 2020.

V2:
INDICADORES DE GESTIÓN.

VARIABLE 2:
DIMENSIÓN 1
-Indicador de productividad

DIMENSION 2
-Indicador de Tiempo.

-Cantidad de planos
-Información procesada
-Costo del proyecto

-Tiempo proyecto

de implementación de la metodología BIM en la ingeniería de detalle.
Muestra: 15 trabajadores del departamento técnico de ingeniería de la empresa DEMOCAD E.I.R.L, que elaboran proyectos piping con la implementación de la metodología BIM en la ingeniería de detalle.

ANEXO 2: Instrumentos validados

INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

CUESTIONARIO

TÍTULO: “METODOLOGÍA BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) EN EL DESARROLLO DE LA INGENIERÍA DE DETALLE DE PROYECTOS PIPING Y LOS INDICADORES DE GESTIÓN DE LA EMPRESA DEMOCAD E.I.R.L. – Lima, 2020”

INTRODUCCIÓN:

Buenos días, reciba un cordial saludo, somos bachilleres en Ingeniería Mecánica y el presente cuestionario tiene como finalidad obtener información sobre la Metodología Building Information Modeling (BIM) en el desarrollo de la ingeniería de detalle para proyectos piping en la empresa DEMOCAD E.I.R.L. La información que Ud. Brinde es de carácter anónimo y confidencial. Le agradecemos su colaboración.

INSTRUCCIONES: Lea cuidadosamente cada pregunta y sea lo más sincero posible. Marca con una (x) la casilla que corresponda según su criterio a la respuesta que quiere brindar. Agradecemos su participación.

1: Nunca

2: Casi Nunca

3: A Veces

4: Casi Siempre

5: Siempre

N°	VARIABLE: METODOLOGIA BUILDING INFORMATION MODELING	ESCALA				
	Dimensión 1: Trabajo Colaborativo	5	4	3	2	1
1	El jefe del departamento de ingeniería se reúne periódicamente con el equipo del proyecto para discutir el progreso y generar cambios y nuevos enfoques.					
2	Se realizan reuniones periódicas entre el área BIM para implementar mejoras en el trabajo.					
3	Se presentó y compartió el plan de ejecución BIM en la capacitación de mejora continua como también en la inducción.					
4	El trabajo colaborativo fue fundamental para la elaboración del proyecto.					
5	Se llevan a cabo capacitaciones con personal ajeno al área BIM para involucrarlo en la metodología BIM: tecnologías, Metodologías de trabajo y nuevas oportunidades.					

	Dimensión 2: Data BIM					
1	Usted utilizó el software Smart Plant Spoolgen en anteriores proyectos piping.					
2	Para usted el software Smart Plant Spoolgen es configurable solo para lograr producir lo necesario.					
3	Para usted es fácil la manipulación del software Smart Plant Spoolgen en proyectos piping.					
4	Usted utilizó el software Smart Plant Spoolgen para importar información del BIM en proyectos piping.					
5	Para usted la aplicación del software Smart Plant Spoolgen en proyectos piping con la información BIM fue fundamental en la elaboración de la ingeniería de detalle.					

INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

CUESTIONARIO

TÍTULO: “METODOLOGÍA BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) EN EL DESARROLLO DE LA INGENIERÍA DE DETALLE DE PROYECTOS PIPING Y LOS INDICADORES DE GESTIÓN DE LA EMPRESA DEMOCAD E.I.R.L. – Lima, 2020”

INTRODUCCIÓN:

Buenos días, reciba un cordial saludo, somos bachilleres en Ingeniería Mecánica y el presente cuestionario tiene como finalidad obtener información sobre la los Indicadores de Gestión de la empresa DEMOCAD E.I.R.L. La información que Ud. Brinde es de carácter anónimo y confidencial. Le agradecemos su colaboración.

INSTRUCCIONES: Lea cuidadosamente cada pregunta y sea lo más sincero posible. Marca con una (x) la casilla que corresponda según su criterio a la respuesta que quiere brindar. Agradecemos su participación.

1: Nunca

2: Casi Nunca

3: A Veces

4: Casi Siempre

5: Siempre

N°	VARIABLE: INDICADORES DE GESTIÓN	ESCALA				
	Dimensión 1: Productividad	5	4	3	2	1
1	La productividad de planos de detalle aumento gracias a la aplicación del software Smart Plant Spoolgen.					
2	Para usted el uso de la Data BIM mejoró la producción de la información procesada de la lista de materiales, lista de soldadura y de corte.					
3	La productividad de los planos generados con el software Smart plan spoolgen estuvo de acuerdo a lo solicitado por el cliente.					
4	El costo que toma en generar un plano con el software Smart Plant Spoolgen es mucho menor al costo que toma con el método tradicional.					
5	La maqueta BIM proporcionado por el cliente disminuyo considerablemente la generación de los RFI para la ejecución del proyecto.					

	Dimensión 2: Indicador de Tiempo					
6	El tiempo de capacitación fue suficiente para el desarrollo del proyecto.					
7	El tiempo de desarrollo de los trameados se acortaron al utilizar el Smart Plant Spoolgen.					
8	El tiempo de ejecución del proyecto fue menor gracias a la información dada por el BIM.					
9	El tiempo que toma en generar los planos con la información BIM es mucho menor al tiempo que toma en generar con el método tradicional.					
10	El tiempo de horas hombre tomados en las modificaciones de cambio de alcance, es mucho menor al tiempo que toma con el método tradicional.					

ANEXO 3: Base de datos de la muestra

VARIABLE 1													
N°	DIMENSIÓN 1 (D1)					DIMENSIÓN 2 (D2)					$\Sigma D1$	$\Sigma D2$	$\Sigma V1$
	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P_8	P_9	P_10			
1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	25	25	50
2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	25	25	50
3	4	5	5	4	5	4	4	5	5	5	23	23	46
4	5	5	4	4	4	5	4	5	5	5	22	24	46
5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	25	24	49
6	4	5	4	4	4	4	4	4	5	5	21	22	43
7	4	5	4	4	5	4	4	5	5	5	22	23	45
8	5	5	4	4	5	5	5	5	5	4	23	24	47
9	4	4	4	4	4	4	4	5	4	5	20	22	42
10	4	5	5	5	5	4	4	5	5	5	24	23	47
11	5	5	4	4	5	4	4	5	5	5	23	23	46
12	5	5	4	4	5	4	4	5	5	5	23	23	46
13	4	5	5	4	5	5	5	5	5	4	23	24	47
14	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	20	20	40
15	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	20	20	40

VARIABLE 2												
DIMENSIÓN 1 (D1)					DIMENSIÓN 2 (D2)					$\Sigma D1$	$\Sigma D2$	$\Sigma V2$
P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P_8	P_9	P_10			
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	25	25	50
4	4	4	5	3	4	4	3	4	5	20	20	40
4	4	4	5	3	4	4	3	4	5	20	20	40
4	4	4	5	3	4	4	3	4	5	20	20	40
4	4	4	5	3	4	4	3	4	5	20	20	40
4	4	4	5	3	4	4	3	4	5	20	20	40
4	4	4	5	3	4	4	3	4	5	20	20	40
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	20	20	40
4	4	4	5	3	4	4	3	4	5	20	20	40
4	4	4	5	3	4	4	3	4	5	20	20	40
4	4	4	5	3	4	4	3	4	5	20	20	40
4	4	4	5	4	4	4	3	4	4	21	19	40
5	5	4	4	3	4	5	2	4	4	21	19	40
4	4	4	4	3	4	4	3	4	4	19	19	38
4	4	4	4	3	4	4	3	4	4	19	19	38

ANEXO 4: validación del instrumento de juicio de expertos

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO PARA EL JUICIO DE EXPERTOS

TÍTULO: “METODOLOGÍA BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) EN EL DESARROLLO DE LA INGENIERÍA DE DETALLE DE PROYECTOS PIPING Y LOS INDICADORES DE GESTIÓN DE LA EMPRESA DEMOCAD E.I.R.L. – Lima, 2020”

N°	PREGUNTAS	APRECIACIÓN		SUGERENCIA
		SI	NO	
1	¿El instrumento de recolección de datos está orientado al problema de investigación?	X		
2	¿En el instrumento de recolección de datos se aprecia las variables de investigación?	X		
3	¿Los instrumentos de recolección de datos facilitarán el logro de los objetivos de la investigación?	X		
4	¿Los instrumentos de recolección de datos se relacionan con las variables de estudio?	X		
5	¿Los instrumentos de recolección de datos presentan la cantidad de ítems apropiados?	X		
6	¿La redacción del instrumento de recolección de datos es coherente?	X		
7	¿El diseño del instrumento de recolección de datos facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿Del instrumento de recolección de datos, usted eliminaría algún ítem?		X	
9	¿Del instrumento de recolección de datos, usted agregaría algún ítem?		X	
10	¿El diseño del instrumento de recolección de datos será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
11	¿La redacción del instrumento de recolección de datos es clara, sencilla y precisa para la investigación?	X		

Aportes y/o sugerencias para mejorar el instrumento:

En cuanto a la escala considerada, se sugiere considerar en forma creciente de 1 a 5



Firma

Apellidos y Nombres:
Contreras Tito, Vladimiro
DNI: 23949023

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO PARA EL JUICIO DE EXPERTOS

TÍTULO: “METODOLOGÍA BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) EN EL DESARROLLO DE LA INGENIERÍA DE DETALLE DE PROYECTOS PIPING Y LOS INDICADORES DE GESTIÓN DE LA EMPRESA DEMOCAD E.I.R.L. – Lima, 2020”

N°	PREGUNTAS	APRECIACIÓN		SUGERENCIA
		SI	NO	
1	¿El instrumento de recolección de datos está orientado al problema de investigación?	X		
2	¿En el instrumento de recolección de datos se aprecia las variables de investigación?	X		
3	¿Los instrumentos de recolección de datos facilitarán el logro de los objetivos de la investigación?	X		
4	¿Los instrumentos de recolección de datos se relacionan con las variables de estudio?	X		
5	¿Los instrumentos de recolección de datos presentan la cantidad de ítems apropiados?	X		
6	¿La redacción del instrumento de recolección de datos es coherente?	X		
7	¿El diseño del instrumento de recolección de datos facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿Del instrumento de recolección de datos, usted eliminaría algún ítem?		X	
9	¿Del instrumento de recolección de datos, usted agregaría algún ítem?		X	
10	¿El diseño del instrumento de recolección de datos será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
11	¿La redacción del instrumento de recolección de datos es clara, sencilla y precisa para la investigación?	X		

Aportes y/o sugerencias para mejorar el instrumento:



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA

Ing. Arturo Percy Gamarra Chinchay

Docente FIME

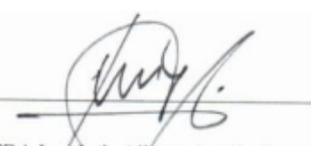
CIP:36725 Celular:999487463

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO PARA EL JUICIO DE EXPERTOS

TÍTULO: “METODOLOGÍA BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) EN EL DESARROLLO DE LA INGENIERÍA DE DETALLE DE PROYECTOS PIPING Y LOS INDICADORES DE GESTIÓN DE LA EMPRESA DEMOCAD E.I.R.L. – Lima, 2020”

N°	PREGUNTAS	APRECIACIÓN		SUGERENCIA
		SI	NO	
1	¿El instrumento de recolección de datos está orientado al problema de investigación?	X		
2	¿En el instrumento de recolección de datos se aprecia las variables de investigación?	X		
3	¿Los instrumentos de recolección de datos facilitarán el logro de los objetivos de la investigación?	X		
4	¿Los instrumentos de recolección de datos se relacionan con las variables de estudio?	X		
5	¿Los instrumentos de recolección de datos presentan la cantidad de ítems apropiados?	X		
6	¿La redacción del instrumento de recolección de datos es coherente?	X		
7	¿El diseño del instrumento de recolección de datos facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿Del instrumento de recolección de datos, usted eliminaría algún ítem?		X	
9	¿Del instrumento de recolección de datos, usted agregaría algún ítem?		X	
10	¿El diseño del instrumento de recolección de datos será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
11	¿La redacción del instrumento de recolección de datos es clara, sencilla y precisa para la investigación?	X		

Aportes y/o sugerencias para mejorar el instrumento:



MBA Ing. Luis Alberto Jara Collantes
Gerente de Ingeniería