

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM PARA
MEJORAR EL DESEMPEÑO DE LOS PROCESOS
CONSTRUCTIVOS EN LA ESTACIÓN
SUBTERRÁNEA DE LA LÍNEA 2 DEL METRO DE
LIMA - 2020.

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO CIVIL



Autor:

Esteban Turpo Anchapuri

Asesor:

Ing. Neicer Campos Vásquez

Lima - Perú

2020

ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS

El asesor **Ing. Neicer Campos Vásquez**, docente de la Universidad Privada del Norte, Facultad de **Ingeniería**, Carrera profesional de **Ingeniería Civil**, ha realizado el seguimiento del proceso de formulación y desarrollo de la tesis del estudiante:

- **Esteban Turpo Anchapuri**

Por cuanto, **CONSIDERA** que la tesis titulada: **Aplicación de la metodología BIM para mejorar el desempeño de los procesos constructivos en la estación subterránea de la línea 2 del metro de Lima - 2020.** para aspirar al título profesional de: **Ingeniería Civil** por la Universidad Privada del Norte, reúne las condiciones adecuadas, por lo cual, **AUTORIZA** al o a los interesados para su presentación.

Ing. Neicer Campos Vásquez
Asesor

ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS

Los miembros del jurado evaluador asignados Han procedido a realizar la evaluación de la tesis de los estudiantes: **Esteban Turpo Anchapuri**, para aspirar al título profesional con la tesis denominada: **APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM PARA MEJORAR EL DESEMPEÑO DE LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS EN LA ESTACIÓN SUBTERRÁNEA DE LA LÍNEA 2 DEL METRO DE LIMA - 2020.**

Luego de la revisión del trabajo, en forma y contenido, los miembros del jurado concuerdan:

Aprobación por unanimidad

Aprobación por mayoría

Calificativo:

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Bueno [14 - 13]

Desaprobado

Firman en señal de conformidad:

Ing. /Lic. /Dr. /Mg. Nombre y
Apellidos
Jurado
Presidente

Ing. /Lic. /Dr. /Mg. Nombre y
Apellidos
Jurado

Ing. /Lic. /Dr. /Mg. Nombre y
Apellidos
Jurado

DEDICATORIA

A mis Padrinos Alberto Tapia (+), Elba Godínez (+),
gracias por inculcarme buenos valores, y darme la
oportunidad de seguir adelante, nunca olvidare la
frase “La ociosidad es la madre de todo los vicios”,
gracias por todo.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi esposa por tener fe en mí y a mi Hija

Daniela por su apoyo incondicional

Gracias.

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|---|-----------|
| ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS..... | 2 |
| ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS | 3 |
| DEDICATORIA..... | 4 |
| AGRADECIMIENTO | 5 |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | 9 |
| I. CAPÍTULO. INTRODUCCIÓN..... | 12 |
| 1.1 Realidad problemática | 12 |
| 1.2 Antecedentes de la Investigación..... | 19 |
| 1.3 Justificación del problema | 23 |
| 1.4 Bases Teóricas | 23 |
| 1.4.1 Definición de BIM y su origen..... | 23 |
| 1.4.2 Beneficios del BIM en la construcción | 24 |
| 1.4.3 BIM vs CAD, el paso de la construcción en 2D a 3D..... | 25 |
| 1.4.4 BIM en el mundo y en Perú | 26 |
| 1.4.5 Uso y Beneficio de BIM en obras viales y en diferentes metros. | 30 |
| 1.4.6 Software BIM..... | 32 |
| 1.5 Formulación del problema..... | 36 |
| 1.6 Objetivos | 36 |
| 1.6.1 Objetivo general | 36 |
| 1.6.2 Objetivos específicos | 36 |
| 1.7 Hipótesis..... | 37 |
| II. CAPITULO METODOLOGIA | 37 |
| 2.1 Tipo de Investigación | 37 |
| 2.1.1 Por el Propósito:..... | 37 |
| 2.1.2 Según el diseño de investigación:..... | 37 |
| 2.2 Diseño de investigación:..... | 37 |
| 2.3 Variables | 38 |
| 2.3.1 Variables:..... | 38 |
| 2.3.2 Clasificación de Variables: | 39 |
| 2.3.3 Operacionalización de Variables: | 39 |
| 2.4 Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)..... | 40 |
| 2.4.1 Población:..... | 40 |
| 2.4.2 Muestras: | 40 |

| | | |
|---|---|-----------|
| 2.4.2.1 | Técnica de muestreo.- | 40 |
| 2.4.2.2 | Tamaño muestra.- | 40 |
| 2.5 | Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos | 41 |
| 2.5.1 | Técnicas de recolección de datos. | 41 |
| 2.5.2 | Instrumentos de recolección de datos. | 41 |
| 2.5.3 | Validación del instrumento de recolección de datos..... | 42 |
| 2.5.4 | Análisis de Datos | 42 |
| 2.6 | Procedimiento..... | 43 |
| 2.7 | Desarrollo de la tesis. | 43 |
| III. CAPÍTULO RESULTADOS | | 45 |
| 3.1. | Beneficios de la metodología BIM. | 45 |
| 3.2. | Interferencias Encontradas con el uso de la metodología BIM. | 48 |
| 3.2.1. | Resultados de Estación 20 - Evitamiento (SEVT) | 49 |
| 3.2.2. | Resultado de Estación 21 - Ovalo Santa Anita (SOVA) | 49 |
| 3.2.3. | Resultado de Estación 22 - Colectora Industrial (SCOL) | 50 |
| 3.2.4. | Resultado de Estación 23 - Hermilio Valdizán (SHVA)..... | 51 |
| 3.2.5. | Resultado total de Interferencias por Especialidad STR, ARC, MEP | 52 |
| 3.2.6. | Resultado total interferencias detectadas por estaciones y total subsanadas o levantadas en reuniones programadas. | 52 |
| 3.3. | Porcentaje entre el costo de la obra y coste de la implementación de la metodología BIM. | 53 |
| IV. CAPÍTULO. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES | | 53 |
| 4.1. | Discusión..... | 53 |
| 4.2. | Conclusiones | 59 |
| 4.3. | recomendaciones | 61 |
| V. REFERENCIAS..... | | 62 |
| VI. ANEXOS | | 65 |

LISTA DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1: Interferencias STR, ARC, MEP E20 Evitamiento. | 49 |
| Tabla 2: Interferencias STR, ARC, MEP - E21 Ovalo Santa Anita..... | 49 |
| Tabla 3: Interferencias STR, ARC, MEP - E22 Colectora Industrial. | 50 |
| Tabla 4: Interferencias STR, ARC, MEP - E23 Hermilio Valdizan..... | 51 |
| Tabla 5: Interferencias encontradas en total. | 52 |
| Tabla 6: Interferencias subsanadas..... | 52 |
| Tabla 7: Leyenda de MEP..... | 54 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1: Ciclo de vida del Modelo BIM..... | 24 |
| Figura 2: Uso de BIM en los Países desarrollados. | 27 |
| Figura 3: BIM en Latinoamérica | 28 |
| Figura 4: Uso de BIM en trenes subterráneos. | 31 |
| Figura 5: Metro DOHA TYPESA..... | 31 |
| Figura 6: Estaciones de Estocolmo..... | 32 |
| Figura 7: Uso de Softwares en el mundo Modelos 3D-BIM..... | 35 |
| Figura 8: Diseños finales en 3D- BIM..... | 35 |
| Figura 9: Recolección de Información | 43 |
| Figura 10: Cantidad de Solicitudes generadas..... | 45 |
| Figura 11: Demora en dar solución a las Solicitudes de Cambio (E20_SEVT)..... | 46 |
| Figura 12: Demora en dar solución a las Solicitudes de Cambio (E21_SOVA)..... | 47 |
| Figura 13: Demora en dar solución a las Solicitudes de Cambio (E21_SCOL)..... | 47 |
| Figura 14: Demora en dar solución a las Solicitudes de Cambio (E22_SHVA)..... | 48 |
| Figura 15: Costo de 3D BIM (Línea 2 del metro)..... | 53 |

RESUMEN

La presente investigación se realizó en Lima, en la Universidad Privada del Norte, se determinó la influencia de la metodología BIM en el desempeño de los procesos constructivos en la construcción de estación subterránea de la Línea 2 del metro de Lima, para la realización de la tesis se utilizó un diseño experimental, tipo preexperimental, el muestreo fue no probabilístico por juicio de experto, la recolección de datos se realizó con una ficha de solicitudes de información (RFI), con esta información se mostrará las incompatibilidades de información de las diferentes especialidades (SRT-ARC-MEP), para analizar los datos se empleó al inferencia estadística, el problema en las construcciones de las estaciones subterráneas se presenta interferencias con diferentes especialidades (SRT-ARC-MEP), las cuales no fueron contemplando en sus inicios en la etapa de diseño, por ser proyectos de mayor envergadura en nuestro país, se detectaron interferencias en las Estaciones 20, 21, 22 y 23 un total de 1173 interferencias entre las diferentes especialidades (SRT-ARC-MEP), se logró determinar las influencias del BIM en los procesos constructivos encontrando 1173 interferencias y subsanando 906 interferencias entre las diferentes especialidades (SRT-ARC-MEP) las cuales sirvieron para hacer un proceso constructivo adecuado.

Palabras claves: BIM, Procesos Constructivos, Estaciones Subterráneas, Metro 2 de Lima.

ABSTRACT

This research was carried out in Lima, at the Universidad Privada del Norte, the influence of the BIM methodology on the performance of the construction processes in the construction of the underground station of Line 2 of the Lima metro was determined, for the realization of the Thesis was used an experimental design, preexperimental type, the sampling was not probabilistic by expert opinion, the data collection was carried out with an information request sheet (RFI), with this information the incompatibilities of information of the different specialties will be shown (SRT-ARC-MEP), to analyze the data, statistical inference was used, the problem in the construction of underground stations presents interference with different specialties (SRT-ARC-MEP), which were not contemplated at the beginning in the design stage, because they are larger projects in our country, interference was detected in the stations It is 20, 21, 22 and 23 a total of 1173 interferences between the different specialties (SRT-ARC-MEP), it was possible to determine the influences of the BIM in the construction processes finding 1173 interferences and correcting 906 interferences between the different specialties (SRT- ARC-MEP) which served to make an adequate constructive process.

Keywords: BIM, Construction Processes, Underground Stations, Lima Metro 2.

I. CAPÍTULO. INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad problemática

El análisis mundial pronostica que las construcciones en el año 2030 crecerán en un 85% de un 57%, los grandes países como China, India y Estados Unidos están en constante crecimiento. Tanto en planta industriales como en maquinaria nuevas, estos tres grandes ocupan el mercado mundial con su desarrollo tecnológico (Enrique 2016).

En los procesos constructivos las causas de las pérdidas en la ejecución de los proyectos a los cuales aplicó la metodología fueron tratadas durante las reuniones semanales, en las cuales participaron el residente de obra, el director del proyecto, maestro de obra y los contratistas. Gracias a la aplicación de instrumentos de medición de pérdidas, reuniones de planificación y documentación de lecciones aprendidas, se logró una reducción de pérdidas entre 40%, 60%, 70%, luego del proceso de implementación de las acciones de mejora y la visualización de los factores que inciden en las pérdidas del proceso constructivo. Las estrategias aplicadas, así como los resultados de estas fueron documentados y compartidos como lecciones aprendidas para futuros proyectos, con lo cual se espera disminuir la incertidumbre y la variabilidad en la planificación y ejecución.

En 2017 en Chile, el desempeño que se implanto como la filosofía lean en los procesos constructivos, tuvo un rendimiento positivo se reduciendo en un 70% las perdidas en el proceso constructivo, para tener estos resultado se tuvo que hacer reuniones semanales tanto para los ejecutores de obra como los contratistas, maestros de obra y el director

del proyecto, hacer que cumpla con lo implementado la filosofía Lean, así con un seguimiento constante se tuvo resultados positivos, y las lecciones aprendidas fueron documentados y servirán para los futuros proyectos (Martinez, Herrera & Salazar 2017).

La dificultad de los proyectos muchas veces ocasiona variaciones en el trabajo real respecto al planificado, por lo que es esencial realizar un seguimiento continuo y tomar acciones correctivas. Para un mejor desempeño del proyecto es necesario centrar el control como un sistema unificado, además, es necesario observar los requisitos de financiamiento (deudas proyectadas o gastos), los datos de desempeño en el proyecto (costos autorizados e incurridos, avance de actividades y entregables) y las políticas, herramientas definidas y procedimientos en la etapa de planificación, el control de la calidad es el proceso en que se seguó la ejecución de las actividades de la calidad, para obtener resultados, indicadores de desempeño y causas de calidad deficiente (Trejo, 2018).

En Perú 2018, El análisis del valor ganado es un método excelente para estimar el estado del proyecto y aplicar un tipo de método para dirigir un proyecto. El análisis de valor ganado también es una forma seguro de comunicar a los involucrados en el proyecto el estado del presupuesto y desempeño en un tiempo, La forma de obtener es a través de simples operación matemática que muchas veces no son bien interpretadas, pero con un buen cálculo se pueden determinar el estado real de cómo va el proyecto. (Morales, 2018).

(GrupoTypsa 2017), Las constructoras hacen que el proceso constructivo sea cada vez más innovadores, como en la construcción de metro de Estocolmo la línea Azul del Metro de Estocolmo, La línea pasa bajo bahía del mar Báltico y 5 islas con una longitud de 11 km, consta de 6 estaciones. El fondo de la bahía comprende con una primera capa de depósitos glaciales y fluviales de muy baja consistencia y densidad con un espesor de 25 m se encuentra sobre la roca macizo fracturado, los estudio han definido cruzar por la parte más profunda donde se encuentra la roca más intacta de manera que el proceso constructivo sea más sencillo, también el grupo Typsa realizo el diseño de la Línea 2 del metro de Lima.

En estos dos últimos años, el uso de Modelos de Información en Edificios, conocidos como BIM por sus siglas en inglés (Building Information Models), se ha venido desarrollando en proyectos de edificaciones de mediana a gran envergadura los cuales son creados mayormente durante la fase de construcción por iniciativa de las empresas constructoras. La reciente formación del Comité BIM del Perú por parte de Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO) es un claro ejemplo del interés que tienen los diversos agentes involucrados en la industria de la construcción por potenciar esta herramienta informática relativamente nueva, y que viene teniendo éxito en distintas partes del mundo (Revistas.pucp.edu)

La implementación de tecnologías de última generación en la construcción del edificio del Banco de la Nación, Cosapi aplico un conjunto de metodología y proceso constructivo como el sistema de trabajo fast-track en ingeniería y construcción paralelo y se unifico la ingeniería, el diseño y el proceso constructivo con una plataforma BIM

(Building Information Modeling), combinando Lean Construction y Last Planner, y por primera vez en el Perú un sistema de encofrado y grúa torre autotrepantes y un control perimetral a nivel de núcleo, que asciende con un sistema de gatas hidráulicas a medida que avanza la obra, obteniendo un sistema constructivo con altos nivel de seguridad. Todo ello permitió que su diseño y construcción se realicen con la más alta calidad, con ahorros en tiempo y costo, con una logística y planificación impecables,

(Berrú, 2019), Determina que después de finalizar el proyecto de una edificación viene los problemas con los clientes que adquirieron el inmueble, donde manifiesta su inconformidad con los acabado así también con las instalaciones sanitaria, eléctricas entre otros, esto hace evidenciar las fallas que tenía el proyecto y no fueron detectadas con anterioridad fueron adecuaron durante la ejecución de la obra, todo esto hace una mala referencia para pos venta de los inmuebles y genera pérdidas en la economía del cliente.

(Condeña, 2018), Determina que toda las obra debe buscar integrar a la población no solo solucionar un problema, en este proyecto indica que los procesos constructivos se debe cumplir los estándares de calidad requerido por el cliente, así también se aplica el buen uso de todo los prefabricados ya que se emplea actualmente en todo proyecto y debe tener un proceso constructivo a la altura y poder mejorar al máximo el tiempo.

(Quesada, 2017), Encontró 243 fallas en 06 faces en el proceso contractivos, los faces con mayor falla fueron las Columnas 35% las losas aligeras 27% y entre muros de ladrillo 26%, un total de 78% son las falla encontradas en el proceso constructivo

tradicional, estas fallas fueron por la mano del hombre, la falta de uso de las técnicas de método y herramientas, así también recomienda que en las futuras obras se debe mejorar los procesos constructivos usar métodos más acorde al tiempo y capacitar a todo el personal.

Con los párrafos anteriores podemos indicar que se requiere innovar los procesos constructivos así poder mejor y no tener inconvenientes durante la fase de pos venta, y también se debe controlar la calidad de todo el proceso constructivo de tal forma que cumpla con los estándares que se requiere en un proyecto y también para minimizar las fallas que nos trae muchas pérdidas económicas, todas las empresas quieren generar ingresos y no pérdidas por eso se debe mejorar y buscar una alternativa donde sea mínima las pérdidas.

Una de las empresas que cuenta con la Creatividad Empresarial es COSAPI entre otros, en apenas 20 meses logró construir la sede del Banco de la Nación ubicado en la av. Javier Prado Este, en San Borja, Lima, el edificio cuenta con 30 pisos y cuatro sótanos y es considerado el edificio más alto del Perú con 135.5 metros de altura.

En este proyecto se empleó por primera vez el encofrado y grúa torre autotrepantes y protección perimetral a nivel de núcleo del edificio, obteniendo un sistema constructivo veloz con altos estándares de seguridad. También aplicó una filosofía de Lean Construction que permitió definir y cumplir con los plazos, facilitó el trabajo con los múltiples subcontratistas del proyecto.

El cambio tecnológico nos hace referencia a la innovación de las nuevas tecnologías, formas de uso, nuevos procesos y nuevos productos derivados de la tecnología. Es un proceso temporal que incrementa la habilidad de los grupos para resolver sus problemas sociales, económicos y cotidianos, el cambio tecnológico puede ser también caracterizado en términos generales tal como el efecto combinado de varias actividades tenemos como tecnológicamente relacionadas y diferenciadas, tales como innovación, invención, desarrollo, difusión y transmisión.

En los últimos años, el sector construcción ha sido testigo de diversas tendencias. Entre otros de estas podemos nombrar los principios de la Sostenibilidad, la forma de trabajo orientado a los conceptos del Lean Construction o el PMO, entre otras maneras de generar eficiencia y ahorro en los procesos constructivos. Así también, hay una tendencia que asciende a todas y que de hecho es también de todas ellas, nos referimos a la innovación tecnológica.

En estos tiempos podemos afirmar que los edificios más innovadores del mundo pueden ser, la torre invisible, la rosquilla, la ciudadela del mar, la casa del árbol, un bar o un puente, lo más básico, el más accesible, todos estos proyectos de gran envergadura y se necesita tener un buen planteamiento en cuanto a los procesos constructivos así también tener los planos bien definidos con todos las área involucrados así también con los sub contratistas que tengas de acuerdo a los requerido.

En los proyectos que son de gran envergadura no se puede estar adecuando durante la ejecución las incompatibilidades de la geometría ni las instalaciones mecánicas entre

otros, los planos ya debería estar bien compatibilizados con todas las áreas como ser (STR-ARC-MEP),

Las causa principal de que en muchos de los proyectos siempre se presenta las interferencias entre las planos de arquitecturas, estructuras y las instalaciones, son por que tanto los jefes de producción como la ingeniería y proyectistas se resisten al cambio tecnológico que en la actualidad existe mecanismo que dan soluciones anticipadas, en otros países ya cuenta con un avanzado equipamiento en los procesos constructivos que van en paralelo con la tecnología y maquinarias que solucionas más de un problemas con anticipación.

Toda las empresas constructoras deben mejorar su aplicación a las nuevas tecnologías que permitan mejorar el resultado y ampliar sus fronteras, una de ellas corresponde a las tecnologías BIM, para su implementación será necesaria la predisposición de los profesionales involucrados, así como el respaldo del área gerencial de la empresa para su realización, el personal deberá ser capacitado en el uso de tecnologías BIM, y se deberá determinar un cronograma que incluya las actividades necesarias para su uso, realizando reuniones de trabajo que permitan lograr aportes para una adecuada ejecución. (Julio Martin Gomez Alarco, 2019).

Actualmente, en un proyecto de construcción se gastaría relativamente más tiempo en la construcción del proyecto que en la conceptualización del mismo. Esto hace que surgieran las posibles interferencias durante la ejecución del proyecto, en dónde hacer cualquier modificación resulta mucho más costosa.

El formato BIM cambiaría esta tendencia, permitiendo su visualización de las instalaciones y construcciones físicas de cada uno de las especialidades involucrados antes de la ejecución del proyecto. De esta manera, se pueden encontrar los posibles problemas en las etapas iniciales del diseño de un proyecto, pudiendo modificar la geometría del edificio o de las instalaciones antes de ejecutar la construcción, con el consecuente ahorro en la inversión de tiempo y recursos.

1.2 Antecedentes de la Investigación

Título: “Impacto Económico del uso de BIM en el Desarrollo de Proyectos de Construcción en la Ciudad de Manizales”

(Salazar 2017), El sector de la construcción se ha incrementado notablemente en los últimos años, cada vez con mayor complejidad en sus diseño en obras civiles, también los clientes son más exigentes solicitan el más alto método de diseño, administración y los métodos convencionales se vuelven inadecuados e ineficientes es por tal motivo que la mitología BIM es la mejor alternativa.

Frente al crecimiento de los grande proyectos que tenemos en la actualidad es necesario hacer una buena elección no solo en los materiales si no en los procesos contractivos que también va de igual con la tecnología y es necesario optimizar los tiempos y costos en todo proyecto y en este trabajo de investigación demuestra cómo impacta en la economía con el uso del BIM.

Título: “Uso de la Metodología “BIM” en la constructabilidad de los proyectos de infraestructura en la Contraloría General de la República, Jesús María, 2016”

(Hernández, 2018), BIM es una metodología que se ha difundido lentamente en los últimos años en Perú, aunque en muchos lugares del mundo ya está implementada con estándares bien definidos, países como Singapur, España, Reino Unido, entre otros, durante muchos años la rentabilidad en la construcción ha sufrido variaciones, muchas de las veces con una tendencia negativa. Una de las causas es la falta de conocimiento clara y precisa durante la etapa de ejecución que ocasiona retrasos de actividades ya programadas y conlleva al recursos muchas veces no se contemplan en el presupuesto de la obra. Esto se debe a una serie de desconociendo en los documentos contractuales de diseño e ingeniería (planos, especificaciones técnicas, memorias descriptivas, etc.) que sumado a la elevada variabilidad de la construcción ha ocasionado que cada vez existan más proyectos cuyos resultados económicos al término de la obra no sean los deseados.

Este trabajo de investigación nuestra que ya se aplica en otros países BIM y es necesario que nosotros tomemos más conciencia sobre los beneficios de la tecnología BIM y también incentivar a todos los contratistas como a los proyectistas que implementen en sus diseños.

Título: “Sinergia entre BIM y Last Planner System para la eficiente integración contratista-subcontratista en la etapa de equipamiento de sótanos en un proyecto de edificación”

(Becker, 2017), Demuestra en su trabajo de investigación que es muy beneficioso la metodología BIM, ayuda tanto en la calidad del trabajo como su planificación antes de su ejecución, esto es de mucha ayuda tanto al contratista como al subcontratista y también ayuda a sus proveedores de los materiales prefabricados a dimensionar de acuerdo a la necesidad de un determinado detalle sin tener pérdidas en el momento de su instalación.

Título: “Implementación del BIM en el diseño de la infraestructura de la Institución Educativa N° 1283, Elías Soplín Vargas – Rioja – San Martín, 2018”

(Oblitas, 2018), En este trabajo de investigación recomienda que es indispensable implementar la metodología BIM, así poder tener en una etapa temprana las interferencias y así tener un análisis del proyecto antes de su ejecución, también indican que todo los profesionales de los diferentes especialidades deben incentivar el uso del BIM en los proyectos.

Título: “La Tecnología Bim para el Mejoramiento de la Eficiencia del Proyecto Multifamiliar (Los Claveles) En Trujillo-Perú”

(Bances & Falla, 2015), En este trabajo de investigación nos manifiesta que ha mejorado notablemente la implementación de la metodología BIM, en su planificación y programación del proyecto y ha mejoro su productividad, así también se generó la reducción de riesgos y dificultades en los procesos constructivos, los software que más se usa en REVIT.

Título: “El valor de BIM para la creación de estaciones de metro”

(Intecsa-Inarsa & Autodesk, 2016), Intecsa-Inarsa es una compañía española de consultoría e ingeniería privado, que fue fundada en 1965 sobre la base de un reducido número de técnicos con una amplia experiencia en diseño y ejecución de obras han encontrado en el parte 2aCAD y las soluciones BIM de Autodesk un aliado indispensable para enfrentarse a los retos que supone cada nuevo proyecto, El último proyecto llevado a cabo por Intecsa-Inarsa ha consistido en la construcción de tres estaciones de metro en Oriente Medio. Para ello, desde un comienzo, se dividió en dos partes bien diferenciadas. Por otro lado, un proyecto que integraba las tres disciplinas de estructuras, arquitectura e instalaciones, con tres entregables consecutivas de 340 planos por estación (STR-ARC-MEP). Por otra parte, una segunda entrega de Proyecto Constructivo de estas tres disciplinas más con 3 entregas consecutivas con 600 planos por estación (STR-ARC-MEP).

En esta investigación nos muestra cómo se está aplicando en proyectos de gran envergadura haciendo el buen uso de la tecnología y se unieron tanto la constructora y el autor del software para atender a las exigencias del clientes y llegando cumplir con las expectativas del proyecto como ser metro en Oriente Miedo.

1.3 Justificación del problema

EL presente trabajo de investigación es conocer los beneficios que nos brinda la metodología BIM para diferentes proyectos, ya que mucho de las obras ejecutadas ha presentado dificultades durante la etapa de construcción tanto en las incompatibilidades entre las diferentes especialidades como arquitectura, estructura y MEP, así también los proyectos de gran envergadura tienen muchas instalaciones tanto sanitarias, eléctricas, ductos de aire, ductos de contra incendios etc., estas incompatibilidades generan retazos durante la construcción y por ende afecta al costo directo. Mientras más compleja sea el proyecto tienen muchas incompatibilidades en sus planos, este trabajo de investigación servirá de reflexión para muchos de los proyectos a futuro.

1.4 Bases Teóricas

1.4.1 Definición de BIM y su origen

Hay muchas maneras de definir la metodología BIM, pero todas ellas nos llevan a lo mismo, gestión de la información o fuentes de información.

BIM es una sigla de Building Information Modeling, aunque podría ser Building Information Management, ya que el BIM tiene mucho que ver con la gestión de la información y no sólo con el modelado. La gente piensa que el BIM es un software, usualmente escuchamos hablar de BIM como si fuera un software como Revit, Archicad, o cualquier otra plataforma de software que hay en el mercado. Es necesario aclarar que BIM no es un software, aunque realmente el software forma parte del BIM. BIM es una plataforma que se define en el contexto de la cultura colaborativa y de la plataforma integrada, y supone un

profundo desarrollo que afecta a todos los procesos de diseño, constructivos y de gestión de activos que hemos conocido hasta el momento.

Este método de trabajo es nuevo, integra a todos las especialidades que conforma un proyecto en el proceso de edificación, arquitectos, ingenieros, constructores, promotores, etc., y establece un flujo de comunicación fluida entre ellos, generando un modelo 3D que contiene toda la información relacionada con el proyecto durante todo su ciclo de vida, desde su concepción inicial, durante su construcción y toda su vida útil, hasta su demolición (KAIZEN, 2019)

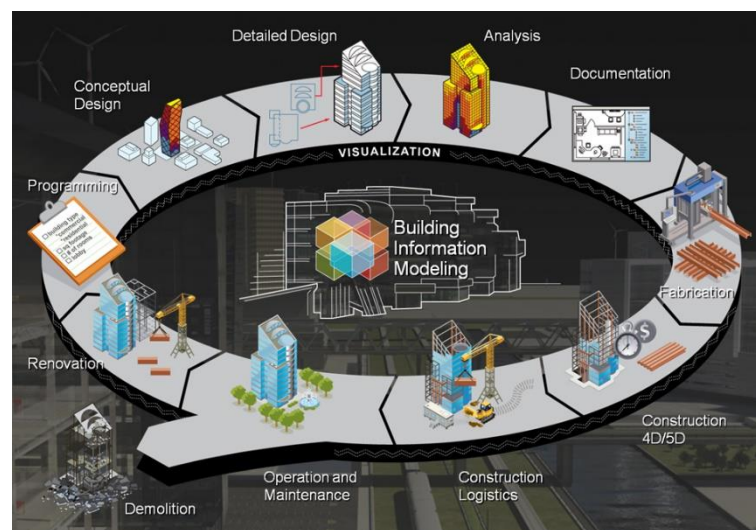


Figura 1: Ciclo de vida del Modelo BIM
Fuente: Kaizen BIM

1.4.2 Beneficios del BIM en la construcción

El uso del BIM puede mejorar a toda la industria de la construcción en la disminuir las pérdidas en general al influir en fases más tempranas (durante el Diseño) o en la fase de ejecución de los obra, sus metas van más allá, cubriendo todos el ciclo de vida y proceso constructivo de un proyecto, ya que es una plataforma capaz de reordenar ideas, coordinar los proyectos y trabajos con los

diferentes especialidades además incentivar la capacidad de trabajar en equipo, así como servir de herramienta de gestión y control durante la vida útil de un proyecto, fase de operación y mantenimiento del proyecto (Goyzueta, 2016).

1.4.3 BIM vs CAD, el paso de la construcción en 2D a 3D

La Tecnología de la Información se han ido transformando y complementando al proceso común de diseño. El CAD (“Computer Aided-Design” en español “diseño asistido por computadora”) reemplazó al papel y trazado de planos a mano alzada que se realizaba por años 70, convirtiéndose con el paso de los años hasta nuestra actualidad en la herramienta principal en lo profesional más difundida en el sector de la ingeniería y arquitectura, gracias al alcance que se tiene con respecto a su adquisición y a la compra de computadoras personales cada vez más económicas ya también el software con mayor facilidad de aplicación.

El CAD se complementa con otras tecnologías para hacer un desarrollo global de un proyecto desde su fase de diseño hasta su producción, con lo que consigue un ahorro en el proceso de desarrollo del proyecto. CAD y CAM (Computer-Aided Manufacturing) son utilizados como para el diseño de un producto, como del control de su fabricación.

Así como el CAD reemplazó a los trazos a mano, ahora se pretende que con el BIM se optimicen procesos constructivos con la finalidad de convertir al sector

de construcción en una industria mundial, con procesos repetitivos controlados, y es probable que aún todavía la implementación de BIM en todo el país, aun existan proyectos que se desarrollen con el uso de CAD, puesto que todo es un proceso cambio que tomará tiempo.

El BIM está entrando al cambio poco a poco se está extendiendo y como consecuencia, en unos pocos años veremos como la forma de trabajar entre los equipos de un proyecto cambiará a la plataforma BIM de forma importante. Debido que puede manejar gran cantidad de información un proyecto BIM desde el primer día, la mayoría de las decisiones importantes se tomarán en fases más tempranas con los ingenieros, arquitectos y constructores trabajando de forma paralela. De esta forma, BIM facilitará una visión integral del proyecto desde el primer momento. (Diaz, 2009).

1.4.4 BIM en el mundo y en Perú

BIM en el mundo ha ido incrementando exponencialmente, con un crecimiento de la participación económica en todos los países como EUA, Reino Unido, Canadá, Alemania o Francia, que ya apuestan por integrar el BIM en su estrategia dentro del sector AECO (Asociación Española de Counselling). Se estima que para 2020, el mercado BIM crecerá un 12% en Norte América, 13% en Asia y Europa, y 11% en el resto del mundo según el estudio de mercado. Los estudios de Cambashi Insights, demuestra también que los países que más han invertido en 2016 son Australia, Países Bajos y Suiza, por delante de Reino Unido o Alemania. (BIMCommunity, 2016).

Para poner de manifiesto que los países más desarrollados, encabeza con mayor fuerza es Europea, con el Level 2 obligatorio de Reino Unido en 2016. Algo parecido a la iniciativa escocesa, que incentiva el uso del BIM para 2017 en proyectos de más de 4 millones, por mencionar algunos ejemplos. En Francia y Alemania existen diferentes organizaciones con el objetivo ser los mejores en la hoja de ruta BIM: En España también hay decreto obligatorio para proyectos públicos de cara a 2018. Los países escandinavos, que ya empezaron su modelamiento en BIM hace ya varios años, son los más adelantados en la materia. En los países Finlandia, Dinamarca y Noruega el uso del BIM es obligatorio y están más centrados en mejorar la eficiencia en sus edificios para hacerlos menos contaminantes y más competitivos. En los Países Bajos, la mayoría de las carreteras del país se han construido con esta metodología. (BIMCommunity, 2016).

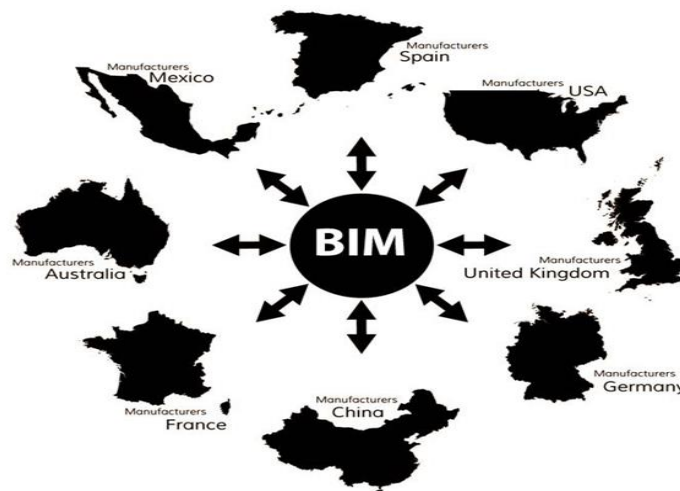


Figura 2: Uso de BIM en los Países desarrollados.

Fuente: BIMCommunity

A nivel Mundial, la concentración del BIM es más uniforme, con una ubicación especial en los países de Latinoamérica, como Perú, Chile o Colombia, en donde el ritmo de contratación de perfiles BIM es más alto y al norte del continente,

especialmente en EEUU (que recientemente ha publicado la primera versión de la National BIM Guide for Owners) y Canadá, otros de los principales pioneros de esta metodología a través de entidades como CanBIM. En Corea del Sur y China, hay una fuerte aceptación del BIM. De hecho, en el primero, tuvo lugar la primera conferencia BIM y en China ya es estándar nacional el uso de BIM. (BIMCommunity, 2016).



Figura 3: BIM en Latinoamérica

Fuente: Editeca, Escuela De Diseño Arquitectura - Ingeniería

En el Perú, la implementación del BIM comenzó en 2005 y estuvo a cargo de las grandes empresas constructoras interesadas en aumentar su productividad en los proyectos. Posteriormente, motivados por la necesidad de dar a conocer la metodología BIM que venía revolucionando el rubro de la construcción, se creó el Comité BIM del Perú (2012), el cual pertenece a la Cámara Peruana de la Construcción (Capeco).

Teniendo presente reglamentar el BIM en el Perú, en 2017 el Instituto Nacional de Calidad (Inacal) aprobó la conformación del Comité Técnico de Normalización de Edificaciones y Obras de Ingeniería Civil que agrega el Subcomité de Organización de la Información sobre Obras de Construcción. Por este subcomité, se generaron las primeras normas técnicas peruanas sobre BIM, Resolución Directoral n.º 048-2018-INACAL/DN, de fecha 28 de diciembre de 2018, NTP-ISO/TS 12911:2018 Guía marco para el modelado de información de la edificación (BIM), NTP-ISO 29481-2:2018 Modelado de la información de los edificios.

Después en 2018, el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, a través de la Dirección General de Políticas y Regulación, se creó el grupo de trabajo con el objetivo de establecer los lineamientos técnicos mínimos que deben tomarse para tener un modelo BIM.

En diciembre del mismo año, el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) del Perú publicó el Plan BIM Perú, el propósito principal es contar con los elementos técnicos necesarios para la toma de decisiones respecto sobre el uso de la metodologías BIM modelamiento digital de la información, que se aplique en las fases de formulación y evaluación, ejecución y funcionamiento de la infraestructura pública. Este plan posee 3 etapas para su proceso de implementación, diagnóstico/línea de base, el diseño del Plan BIM Perú y la implementación del mismo.

Las constructoras grandes y pequeñas vienen utilizando BIM en sus obras, logrando alcanzar los resultados, El ejemplo es COSAPI que para la obra de la “Construcción de la Nueva Sede del Banco de la Nación” CAPECO, se premió a COSAPI por su invasión tecnológica en el proceso constructivo en Edificaciones, debido a que ha ejecutado la obra en tan solo en 20 meses la empresa COSAPI logró construir la sede del Banco de la Nación, en San Borja, una área de 66,539 metros cuadrados de un mega estructura, con 30 pisos y cuatro sótanos siendo este uno de los edificios más alto en el Perú con 135.5 metros. Fue empleado un conjunto de metodologías y tecnologías de construcción. Un ejemplo es el uso del sistema constructivo fast-track para la ingeniería y construcción en conjunto se unificó la con la ingeniería, el diseño y el control de la construcción con la plataforma Building Information Modeling (BIM) mezclado con las tecnologías REVIT, Lean Construction y Last Planner.

1.4.5 Uso y Beneficio de BIM en obras viales y en diferentes metros.

Uno de las empresas que adoptó el uso del BIM es TYPESA en toda sus proyectos de Metro como ser RAID, Paquete 1 Línea 1 y 2, Paquete 2 Línea 3 Paquete 3 Línea 4, 5 y 6, que contempla 180km de longitud total 87 Estaciones 7 Cocheras.

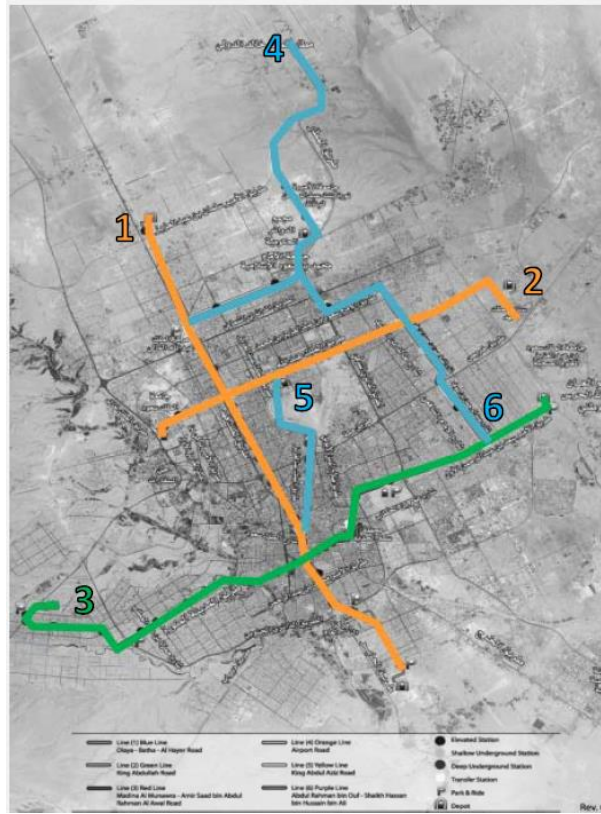


Figura 4: Uso de BIM en trenes subterráneos.

Fuente: Grupo TYPSA

Metro DOHA TYPSA 212 km. De longitud 85 Estaciones. En donde se aplicaron la metodología BIM. En su estaciones de metro.

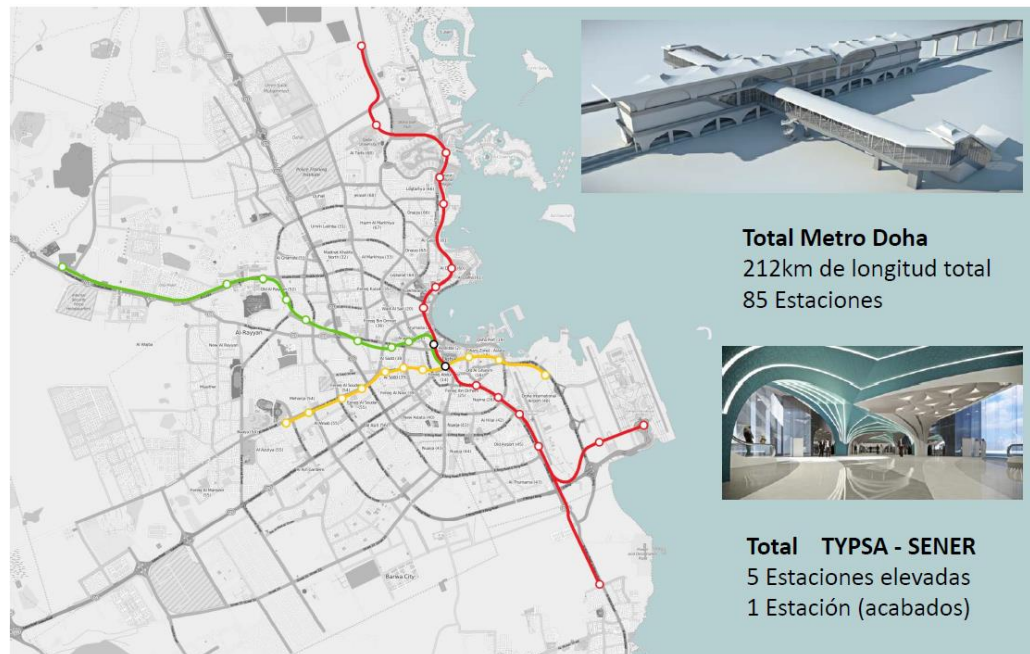


Figura 5: Metro DOHA TYPSA

Fuente: Grupo TYPSA

Metro Estocolmo 18 Km longitud total 10 estaciones 1 cochera.

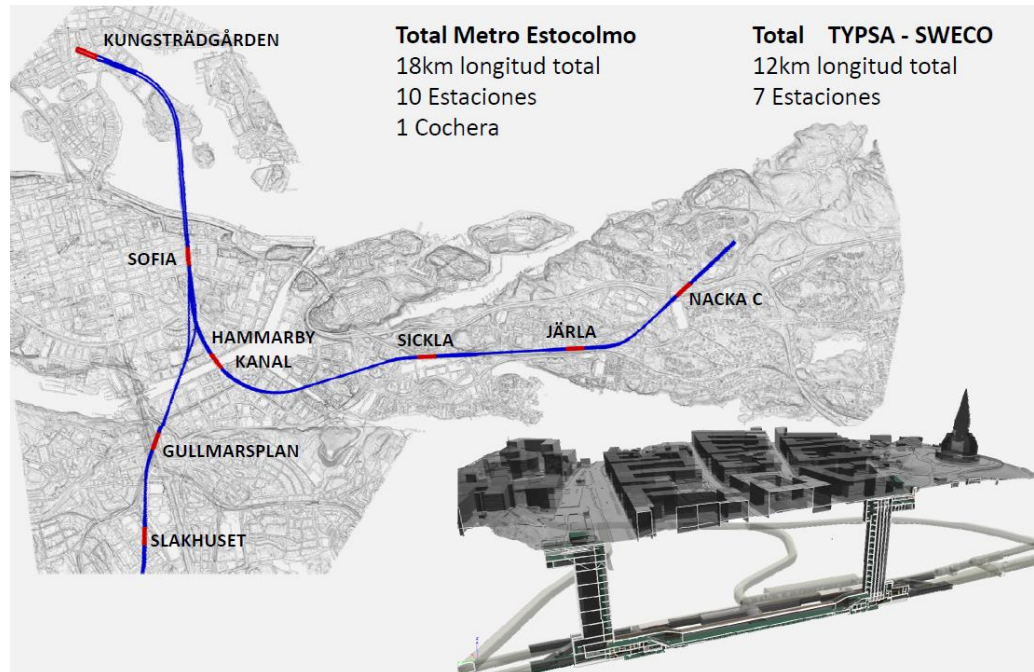


Figura 6: Estaciones de Estocolmo
 Fuente: Grupo TYP-SA

1.4.6 Software BIM

La metodología BIM hace uso de 5 herramientas.

Los software que son empleado para la metodología BIM, mucha para los diferentes proyectos de Ingeniería Civil y se aplican a doto tipo de proyectos.

1. Autodesk Revit

El software Revit es el más utilizado modelo 3D específicos. Es un programa amigable y fácil de adaptarse que permite acceder a todos los involucrados en el proyecto y garantiza la interoperabilidad global. Así también, el modelo 3D generado

por este software da acceso a todas las fases del diseño, la simulación, la visualización y la coordinación de toda las especialidades.

Cabe destacar que esta herramienta trabaja más con materiales arquitectónicos que alcanza o favorecen la creación de renders y distintos cálculos que se relacionan con los mismos (pesos, temperaturas, medidas...). Autodesk Revit es compatible con muchos softwares como ser AutoCAD, 3DsMax, Robot Structural Analysis y otros tipos de software. (Blog Structuralia).

2. Archi CAD19

Este software es uno de los primeros en el uso del BIM en estos momentos. Se creó ArchiCAD en 1982 y la versión actual nos garantiza una flexibilidad en todo su desarrollo del modelado.

ArchiCAD19 actualmente almacena automáticamente los datos de los proyectos y utiliza flujos de trabajo establecido en modelos inteligentes. Por lo tanto, también incluye BIMx, una herramienta que apoya en generar modelos y presentaciones tanto 2D y 3D para su visualización. (Blog Structuralia)

3. Softplan

Softplan nos genera un modelo BIM (Building Information Modeling) bien detallado y nos permite crear documentos de construcción al detalle y listas de materiales tan preciso. Actualmente es uno de los programas más utilizados y más fáciles de usar a la hora de representar modelos 3D que nos ayuden a obtener información inteligente

al generar de una manera más dinámico con los mismos parámetros que en la vida real. (Blog Structuralia).

4. Chief Architect

Este programa es también uno de los que nos genera información en interface 3D en donde nos detalla los materiales y los diferentes documentos que es necesario para los proyectos de ingeniería y construcción y es uno de los programas con mayor alcance para el usuario.

5 Autodesk Navisworks

Autodesk Navisworks es una de las herramientas más populares en estos días para hacer análisis de los tecnológicos en modelos BIM. Con Navisworks podemos encontrar situaciones de conflicto o interferencias entre diferentes disciplinas o entre los distintos componentes de un edificio o proyecto, por ejemplo entre miembros estructurales y sistema de instalaciones, ductos de distintos aire acondicionado, cañerías, etc. Navisworks también permite navegar los modelos BIM en tiempo real, recorrer el proyecto para ver el diseño, verificar su validez y comunicarlo a todos los involucrados y clientes.

Cuando hablamos acerca de Navisworks con ingenieros y estudiantes a menudo escucho que Navisworks será la herramienta de control de calidad de diseño del futuro. Navisworks es la herramienta de control de calidad del presente. Esta tecnología está disponible aquí y ahora y quien no la está utilizando corre un gran riesgo de generar proyectos mucho menos coordinados y con mayores posibilidades

de contener conflictos que podrían generar costos adicionales de obra y retraso en programación de construcción.

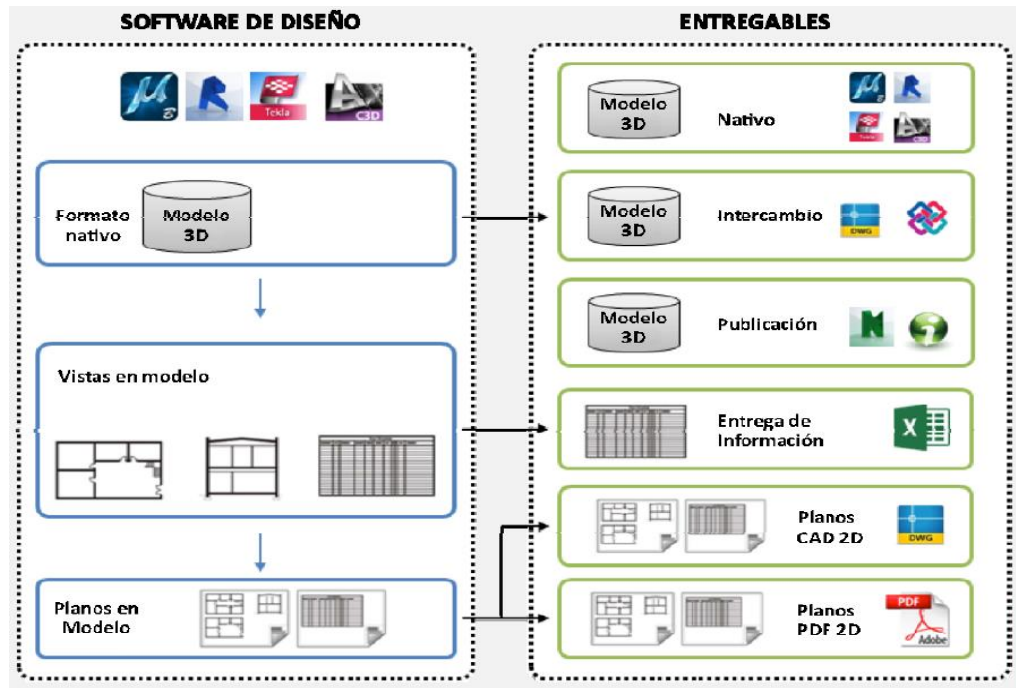


Figura 7: Uso de Softwares en el mundo Modelos 3D-BIM
 Fuente: Grupo TYPESA

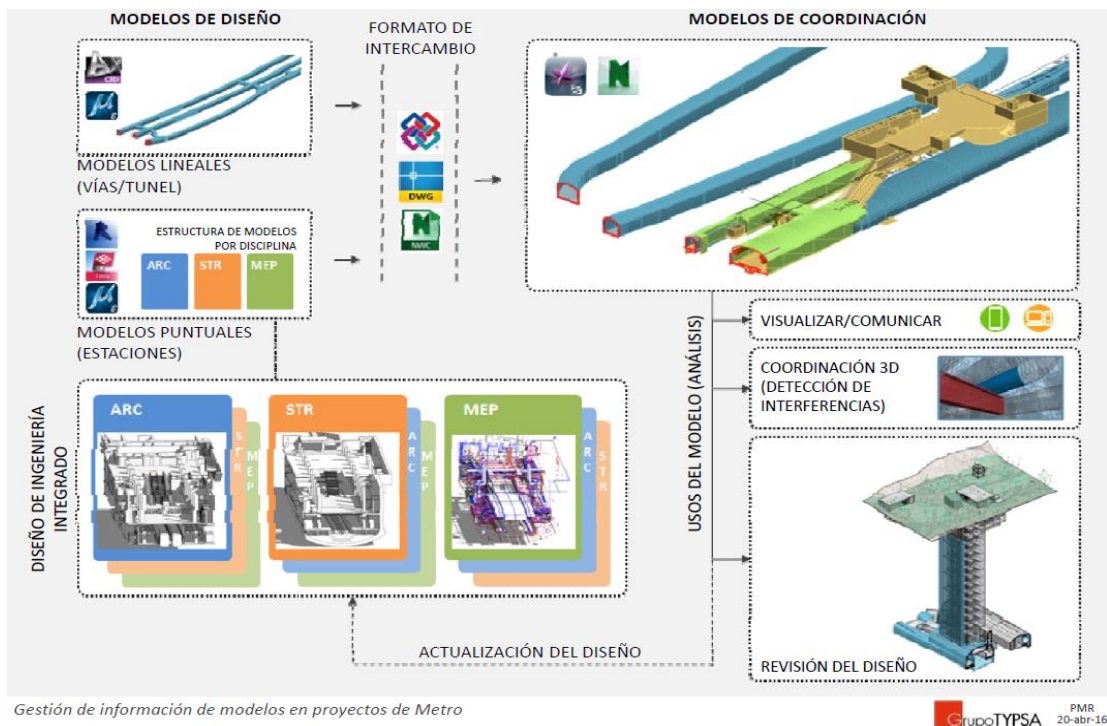


Figura 8: Diseños finales en 3D- BIM
 Fuente: Grupo TYPESA

1.5 Formulación del problema

Con lo descrito antes se hace la siguiente pregunta:

¿De qué manera la metodología BIM mejora el desempeño de los procesos constructivos en la Estación subterránea de la línea 2 del metro de Lima-2020?

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivo general

Determinar la aplicación de la metodología BIM en mejorar el desempeño de los procesos constructivos de estación subterránea de la Línea 2 del Metro de Lima – 2020.

1.6.2 Objetivos específicos

OE 1.-

Analizar los beneficios de la metodología BIM en el proyecto de construcción de la estación subterránea y las interferencias antes de su aplicación.

OE 2.-

Determinar las soluciones a las interferencias encontradas en las diferentes especialidades (SRT-ARC-MEP).

OE 3.-

Determinar el coste en porcentaje de la implementación de la metodología BIM, según levantamiento con RFI.

OE 4.-

Difundir el uso de la metodología BIM en los siguientes proyectos como ser las futuras Líneas del Metro Lima, Línea 3, 4, 5 y 6 de Lima Metropolitano.

1.7 Hipótesis

La aplicación de la metodología BIM mejora significativamente en el desempeño de los procesos constructivos de estación subterránea de la Línea 2 del Metro de Lima 2020.

II. CAPITULO METODOLOGIA

2.1 Tipo de Investigación

2.1.1 Por el Propósito:

Para este trabajo de investigación se realizara una investigación aplicada.

2.1.2 Según el diseño de investigación:

El diseño de investigación es NO experimental.

La investigación no experimental es en donde no se llega a alterar las variables.

Es decir, no se varia las variables independiente deliberadamente, lo que se realiza es observar al fenómeno en su contexto natural después se analizar

Kerlinger (1979, pag. 116)

2.2 Diseño de investigación:

El presente estudio tendrá un diseño no experimental de tipo preexperimental pues es el que mejor se apta a las necesidades del estudio.

El diseño experimental busca “medir probabilísticamente la relación causal que se establece entre las variables, y está en posición de conformar o rechazar las hipótesis sometida a prueba” (Rojas, 2013, p. 272).

Por su parte, el diseño tiene preexperimental “consiste en administrar un estilo o tratamiento que un grupo y después aplicar una decisión de una o más variables para observar cual es el nivel de grupo en estas” (Hernández, Fernández y Baptista, 2010, p. 136)

Cabe aclarar que este diseño no cumple con los requisitos de un experimento “puro”. No hay manipulación de la variable independiente (niveles) o grupos de contraste (ni siquiera mínimo de presencias-ausencia). Tampoco hay una referencia previa de cuál era el nivel que tenía el grupo en la(s) variables(s), dependiente(s) antes del estímulo. No es posible establecer cualidades con certeza ni se controlan las fuentes de invalidación interna.

2.3 Variables

2.3.1 Variables:

Metodología BIM: La metodología BIM consiste en la coordinación de distintas tecnologías para la gestión de proyectos, a través de un modelo digital 3D único, acortando tiempos tanto de diseño como de producción y por tanto reduciendo costes. Además implica una nueva forma de coordinar los distintos equipos que participan en ello, mejorando así la calidad de los proyectos de ingeniería, arquitectura y construcción (AGI_ARCHITECTS, 2019)

Desempeño: Es una herramienta que entrega información cuantitativa respecto del logro o resultado de los objetivos de la institución, cubriendo aspectos cuantitativos o cualitativos (Jimenez, 2010).

2.3.2 Clasificación de Variables:

Variable independiente: Metodología BIM

Variable dependiente: Desempeño

Unidades de Estudio: Los proceso Constructivos

2.3.3 Operacionalización de Variables:

| VARIABLE INDEPENDIENTE | DEFICINIÓN CONCEPTUAL | DEFINICIÓN OPERACIONAL | DIMENSIONES | INDICADORES | ITEMS |
|------------------------|--|--|--|--|---------------------------------------|
| | | ¿Cómo medimos? | ¿Qué necesito estudiar de la variable? | ¿Qué necesito estudiar de la dimensión? | ¿Qué necesito estudiar del indicador? |
| METODOLOGÍA BIM | Integración de toda las especialidades como Estructura, Arquitectura e Instalaciones, este se verá reflejada en el modelamiento 3D | Se detectara las interferencias que presentan cada especialidad, en la estación subterránea de la Línea 2 del Metro de Lima. | Interferencias de Estructura, | Cantidad de interferencias entre estructuras. | % |
| | | | | Cantidad de interferencias con otras especialidades. | |
| | | | Interferencias de Arquitectura. | Cantidad de interferencias entre Arquitectura. | % |
| | | | | Cantidad de interferencias con otras especialidades. | % |
| Interferencias MEP. | Cantidad de interferencias entre MEP. | % | | | |
| | Cantidad de interferencias con otras especialidades. | % | | | |

| VARIABLE DEPENDIENTE | DEFICINIÓN CONCEPTUAL | DEFINICIÓN OPERACIONAL | DIMENSIONES | INDICADORES | ITEMS |
|----------------------|---|--|--|--|---------------------------------------|
| | | ¿Cómo medimos? | ¿Qué necesito estudiar de la variable? | ¿Qué necesito estudiar de la dimensión? | ¿Qué necesito estudiar del indicador? |
| DESEMPEÑO | Como se desempeña los procesos constructivos en una obra. | El tiempo que se demora en subsanar un proceso constructivo que se identificó una interferencia. | Demora en atender las incompatibilidades de las diferentes especialidades. | Determinar las soluciones a las interferencias | % |

2.4 Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)

2.4.1 Población:

Todos los procesos constructivos de la construcción de la estación subterránea de la línea 2 del Metro de Lima - 2020.

2.4.2 Muestras:

2.4.2.1 Técnica de muestreo.-

Es este trabajo de investigación se utiliza el método no probabilístico por juicio de experto.

2.4.2.2 Tamaño muestra.-

Los procesos constructivos que se tomaran en cuenta en este trabajo de investigación son los siguientes:

- ✓ Identificar las interferencias que se generan entre las diferentes especialidades (SRT-ARC-MEP) en la estación subterránea del Metro de Lima.

- ✓ Describir los beneficios que nos brinda la metodología BIM en el proyectos de construcción de la estación subterránea y establecer cuales pudieron haberse evitado implementando la metodología BIM.
- ✓ Difundir el uso de la metodología BIM en los siguientes proyectos como ser las futuras Líneas del Metro Lima, Línea 3, 4, 5 y 6 de Lima Metropolitano.

2.5 Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

2.5.1 Técnicas de recolección de datos.

En este trabajo de investigación se utiliza la técnica de observación de recolección de datos, ya que la información que se obtiene de todo las solicitudes de cambio o notas explicativas por las incompatibilidades de las diferentes especialidades (STR-ARC-MEP).

Con el trabajo investigación se analizará los datos con el método Inferencia Estadística, es una investigación preexperimental y de estos resultados obtenidos se podrá identificar la influencia que tendrá para los siguientes proyectos.

2.5.2 Instrumentos de recolección de datos.

Las recolección de datos para determinar el tiempo que se demora en responder a las solicitudes de cambio es mediante los reportes generados en control documentario.

La recolección de datos para obtener interferencias se realiza mediante un consultor externo en donde se entrega toda el expediente en formato 2D, para que se genere el modelos en 3D con el software Revit, y se integra en software Navisworks para tener el reporte de las interferencias con los diferentes instalaciones y se genera las reuniones para subsanar las interferencias encontradas, el formato utilizado es RFI (Request For Information).

Recolección de datos para determinar el porcentaje de costo de modelado 3D con respecto al costo de obra, es mediante las valorizaciones presentados por el consultor.

2.5.3 Validación del instrumento de recolección de datos.

Esta ficha es Validado por Ing. Miguel Angel Fernandez Choquepuma. (Ver Anexo1 formato de (RFI)).

2.5.4 Análisis de Datos

El presente trabajo de investigación utilizara el método de **Inferencia estadísticas** porque tiene como objetivo inferir o inducir el comportamiento de una población específica, todo ello, el resultado que se tendrá de realizar un conjunto de muestra. Es decir, la información obtenida por una muestra, nos permite persuadir el comportamiento de una población específica con un margen de error medible en términos de probabilidades.

Para realizar la prueba de hipótesis se realizó el análisis de datos empleando el software SPSS, evaluando la normalidad de los datos en la cual se aplicó la herramienta de Shapiro Wilk (menor a 50 datos).

2.6 Procedimiento

Figura 1: Proceso de recolección de información:

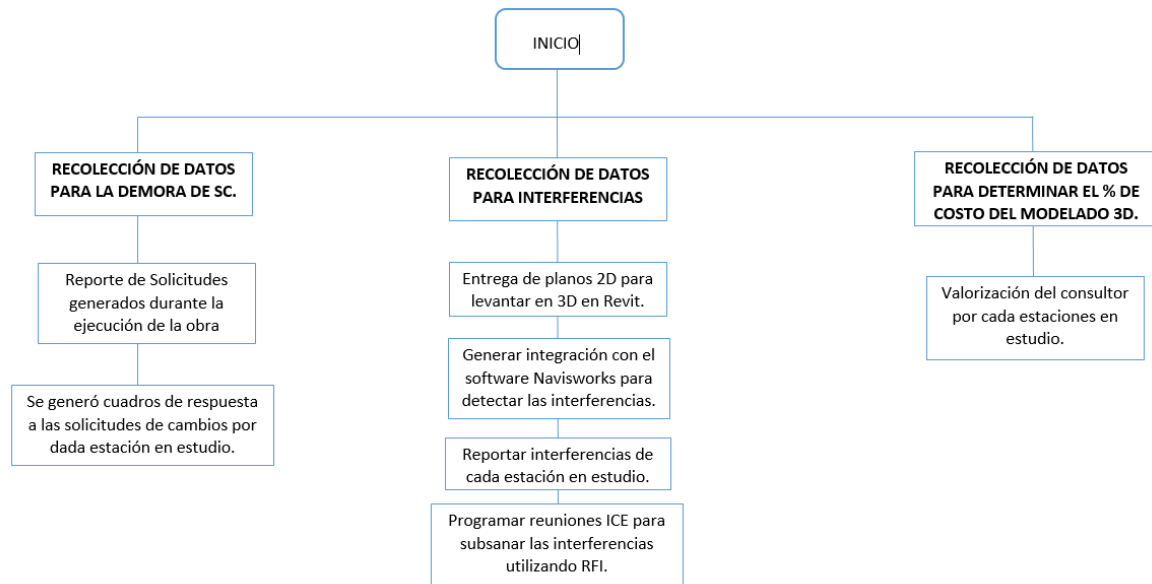


Figura 9: Recolección de Información

Fuente: Elaboración Propia

2.7 Desarrollo de la tesis.

Para este proyecto se consideraron 4 estaciones E20 Evitamiento, E21 Ovalo Santa Anita, E22 Colectora Industrial y E23 Hermilio Valdizan del proyecto de la Línea 2 de Lima Metropolitano, donde se implementa para mejorar y detectar las incompatibilidades y las diferentes interferencias que tiene el proyecto tanto en las estructuras, arquitectura y MEP.

Para el proceso de levantamiento BIM se solicitó a un área especializada. Los primeros pasos fueron entregar la información del proyecto EDI (Estudio definitivo de Ingeniería), con esta información se generaron el modelamiento con el software REVIT por independiente cada especialidad como ser la Estructura, Arquitectura e instalaciones, (STR, ARC, MEP), durante el levantamiento se generaron los diferentes RFI (Request for Information).

Después de tener todo las especialidades modelados en 3D se procedieron a unificar todo en un solo proyecto, se utilizó para eso el software Naviswork este software determinar las interferencias que se tienen en el proyecto.

III. CAPÍTULO RESULTADOS

3.1. Beneficios de la metodología BIM.

Desde que se detecta las interferencias durante el procesos constructivo se busca soluciones para no tener retrasos en la obra, si la interferencia es denominado menor se soluciona con la supervisión en campo o caso contrario se manda al proyectista a definir la solución a la interferencia encontrada, esto de dan en un tiempo determinado, que puede ser corto tiempo o en caso contrario se demora.

Resumen de las Solicitudes de las estaciones en estudio.

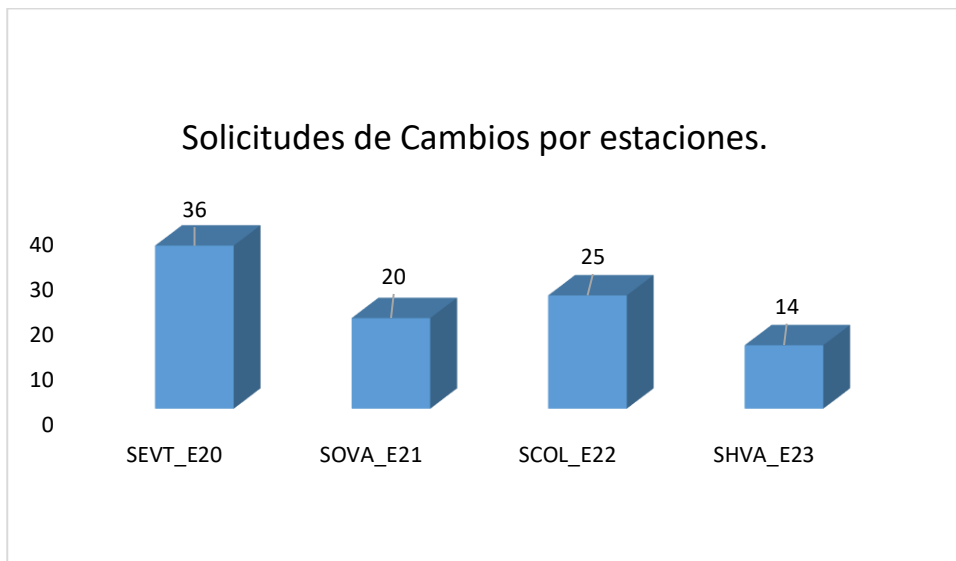


Figura 10: Cantidad de Solicitudes generadas

Fuente: Elaboración Propia

Según la figura 10 muestra que en cada estación se han generaron solicitudes de cambio para las diferentes especialidades en la estación SEVT_E20 se tiene 36 solicitudes de cambios generados, así también para la estación SOVA_E21 tiene 20 Solicitudes de cambio, por otro lado la estación SCOL_E22 tiene un total de 25 solicitudes de cambio y la estación SHVA_E23 tiene 14 solicitud de cambio, estas

solicitudes se generan desde que se encuentra una incompatibilidad entre los planos de los diferentes especialidades o por la interferencias entre las instalaciones MEP.

En los siguientes cuadros se ven los tiempos que se demora en dar solución las incompatibilidades de los plano para las diferentes especialidades en muchos de los cuales hay más de 5 meses en dar solución como también hay en un corto tiempo de 20 días.

Estación 20 - Evitamiento (SEVT) demora en solución a las Solicitudes de Cambio.

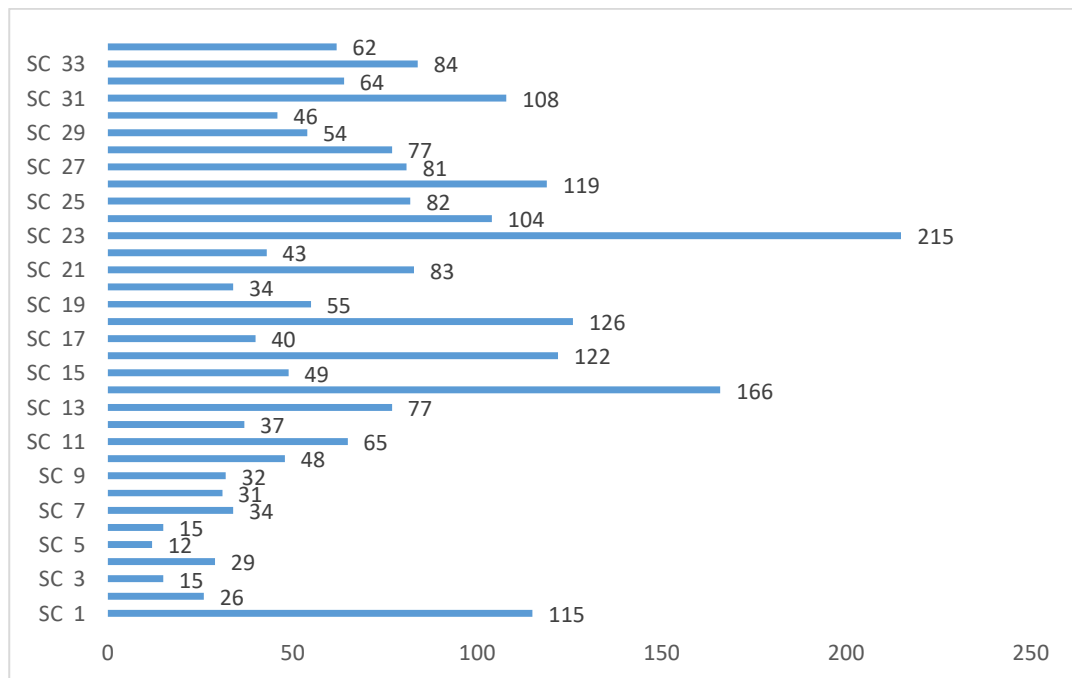


Figura 11: Demora en dar solución a las Solicitudes de Cambio (E20_SEVT)

Fuente: Elaboración Propia

En la gráfica muestra que la demora en dar solución es de 215 días calendarios con mayo día en dar una solución así como también el menor tiempo es de 12 días calendarios.

Estación 21 - Ovalo Santa Anita (SOVA) demora en solución a las Solicitudes de Cambio.

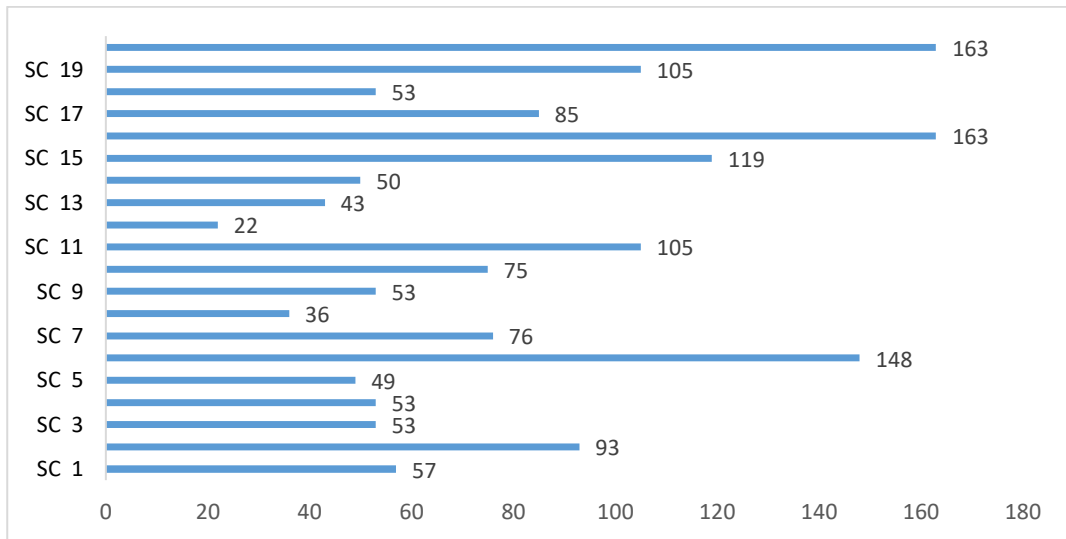


Figura 12: Demora en dar solución a las Solicitudes de Cambio (E21_SOVA)

Fuente: Elaboración Propia

En la estación Ovalo Santa Anita el mayor tiempo es de 163 días calendarios y el menor tiempo es de 22 días.

Estación 22 - Colectora Industrial (SCOL) demora en solución a las Solicitudes de Cambio.

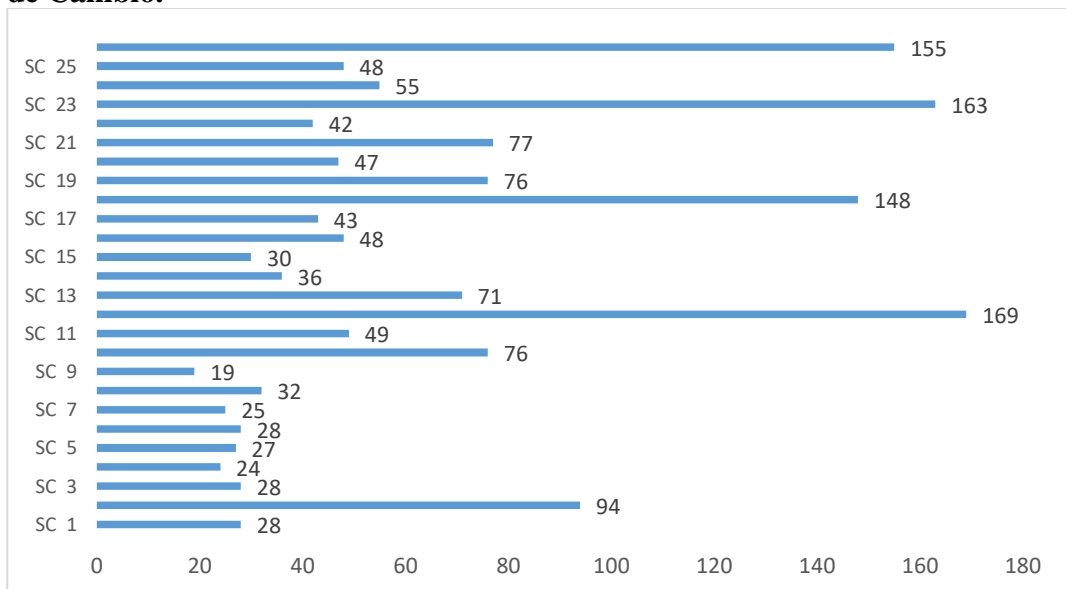


Figura 13: Demora en dar solución a las Solicitudes de Cambio (E21_SCOL)

Fuente: Elaboración Propia

En la estación colectora industrial tenemos un máximo de 169 días calendario la demora en dar solución a una de las solicitudes de cambio y algunos también se dan en menor tiempo 19 días calendario.

Estación 23 - Hermilio Valdizán (SHVA) demora en solución a las Solicitudes de Cambio.

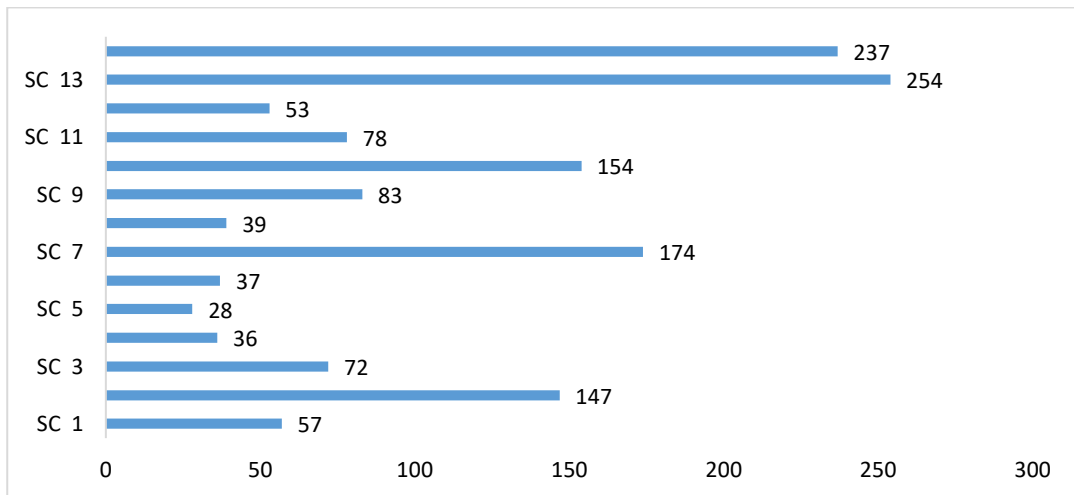


Figura 14: Demora en dar solución a las Solicitudes de Cambio (E22_SHVA)

Fuente: Elaboración Propia

En la estación Hermilio Valdizán es el mayor tiempo es de 254 días calendarios y una solución más corta es de 28 días calendarios.

3.2. Interferencias Encontradas con el uso de la metodología BIM.

En este proyecto de investigación si considera 4 de las estaciones de la Línea 2 del Metro de Lima que corresponde a la etapa 1A. Línea 2.

El proyecto está dividida en los diferentes etapas como ser Etapa 2, Etapa 1B, y Etapa 1A, para nuestra muestra se considera las Estaciones E20 Evitamiento (SEVT), E21

Ovalo Santa Anita (SOVA), E22 Colectora industrial (SCOL), E23 Hermilio Valdizán (SHVA).

Los siguientes resultados se obtiene al integrar toda las especialidades con el software Navisworks donde hace un reporte de las interferencias en cada estación en estudio.

3.2.1. Resultados de Estación 20 - Evitamiento (SEVT)

Tabla 1: Interferencias STR, ARC, MEP E20 Evitamiento.

| | NIVEL LOSA DE FONDO | NIVEL ANDEN | NIVEL VESTIBULO | NIVEL PREVESTIBULO | NIVEL LOSA DE CUBIERTA | TOTAL POR ESPECIALIDAD |
|------|------------------------|-------------|--------------------|-----------------------|---------------------------|---------------------------|
| EST | 2 | 11 | 4 | 6 | 2 | 25 |
| ARQ | 0 | 12 | 17 | 5 | 0 | 34 |
| IIEE | 0 | 10 | 6 | 8 | 0 | 24 |
| IISS | 0 | 11 | 16 | 8 | 1 | 36 |
| ACI | 0 | 7 | 1 | 14 | 0 | 22 |
| IIMM | 1 | 16 | 10 | 10 | 0 | 37 |
| IIFB | 1 | 17 | 3 | 8 | 0 | 29 |

Ver anexo 2

En la tabla 1 se muestra que en las IIMM tiene mayor interferencias con un total de 37 interferencias encontradas y un menor de 24 interferencias que corresponde a IIEE, así también se tiene un total de 270 interferencias en general.

3.2.2. Resultado de Estación 21 - Ovalo Santa Anita (SOVA)

Tabla 2: Interferencias STR, ARC, MEP - E21 Ovalo Santa Anita.

| | NIVEL LOSA DE FONDO | NIVEL ANDEN | NIVEL VESTIBULO | NIVEL PREVESTIBULO | NIVEL LOSA DE CUBIERTA | TOTAL POR ESPECIALIDAD |
|------|------------------------|----------------|--------------------|-----------------------|---------------------------|---------------------------|
| EST | 3 | 12 | 8 | 2 | 3 | 28 |
| ARQ | 0 | 22 | 13 | 9 | 0 | 44 |
| IIEE | 0 | 13 | 12 | 10 | 0 | 35 |
| IISS | 3 | 11 | 7 | 2 | 5 | 28 |
| ACI | 0 | 18 | 2 | 9 | 0 | 29 |
| IIMM | 0 | 12 | 6 | 18 | 1 | 37 |

| | | | | | | |
|-----|---|----|---|---|---|----|
| IIF | 0 | 14 | 6 | 7 | 0 | 27 |
|-----|---|----|---|---|---|----|

Ver anexo 3

En la tabla 2 muestra las interferencias encontradas en todas las especialidades, la que tiene mayor interferencia es Arquitectura (ARQ) con 44 interferencias y un menor de 27 interferencias que es de IIF.

3.2.3. Resultado de Estación 22 - Colectora Industrial (SCOL)

Tabla 3: Interferencias STR, ARC, MEP - E22 Colectora Industrial.

| | NIVEL LOSA DE FONDO | NIVEL ANDEN | NIVEL VESTIBULO | NIVEL PREVESTIBULO | NIVEL LOSA DE CUBIERTA | TOTAL POR ESPECIALIDAD |
|------|---------------------|-------------|-----------------|--------------------|------------------------|------------------------|
| EST | 1 | 26 | 22 | 7 | 3 | 59 |
| ARQ | 0 | 15 | 13 | 2 | 0 | 30 |
| IIEE | 1 | 9 | 24 | 12 | 0 | 46 |
| IISS | 2 | 14 | 21 | 3 | 2 | 42 |
| ACI | 0 | 14 | 5 | 5 | 0 | 24 |
| IIMM | 0 | 9 | 22 | 8 | 5 | 44 |
| IIF | 0 | 21 | 19 | 7 | 0 | 47 |

Ver anexo 4

En la tabla 3 muestra las interferencias encontradas con las diferentes especialidades, la que tiene mayores interferencias son Estructura (EST) con 59 interferencias y un menor de 24 interferencias en ACI.

3.2.4. Resultado de Estación 23 - Hermilio Valdizán (SHVA)

Tabla 4: Interferencias STR, ARC, MEP - E23 Hermilio Valdizan.

| DISCIPLINAS 1 | DISCIPLINA 2 | INTERFERENCIAS POR DISCIPLINA | Nº INTERFERENCIAS EN INFORME |
|------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| ARQUITECTURA | VENTILACION | 14 | 26 |
| | PRESURIZACION | 4 | |
| | CONTRA INCENDIO | 1 | |
| | CANALIZACION | 3 | |
| | ILUMINACION | 4 | |
| ESTRUCTURA | VENTILACION | 14 | 173 |
| | REFRIGERACION | 6 | |
| | PRESURIZACION | 6 | |
| | HIDR_SANITARIO | 6 | |
| | DRENAJE | 87 | |
| | CONTRA INCENDIO | 29 | |
| VENTILACION - IIMM | CANALIZACION | 25 | 88 |
| | REFRIGERACION | 16 | |
| | DRENAJE | 19 | |
| | CONTRA INCENDIO | 16 | |
| REFRIGERACION - IIMM | CANALIZACION | 31 | 3 |
| | ILUMINACION | 2 | |
| PRESURIZACION - IIMM | ILUMINACION | 1 | 1 |
| HIDR_SANITARIO - IISS | CONTRA INCENDIO | 4 | 5 |
| | CANALIZACION | 1 | |
| DRENAJE - IISS | CONTRA INCENDIO | 1 | 4 |
| | CANALIZACION | 3 | |
| CONTRA INCENDIO - ACI | CANALIZACION | 10 | 11 |
| | ANTI-ROBO | 1 | |
| CANALIZACION - IIEE | ILUMINACION | 4 | 6 |
| | ANTI-ROBO | 2 | |
| ILUMINACION - IIEE | ANTI-ROBO | 5 | 5 |

Ver anexo 5

En la tabla 4 se muestra con mayor interferencias es arquitectura con 177 y con menos es de 11 interferencias que corresponde a IIEE.

3.2.5. Resultado total de Interferencias por Especialidad STR, ARC, MEP

Tabla 5: Interferencias encontradas en total.

| ESPECIALIDAD | E20 | E21 | E22 | E23 |
|-------------------------|------------|------------|------------|------------|
| EST | 25 | 28 | 59 | 26 |
| ARQ | 34 | 44 | 30 | 173 |
| IIEE | 24 | 35 | 46 | 11 |
| IISS | 36 | 28 | 42 | 9 |
| ACI | 22 | 29 | 24 | 11 |
| IIMM | 37 | 37 | 44 | 92 |
| IIF | 29 | 27 | 47 | 124 |
| Total Detectadas | 207 | 228 | 292 | 446 |

En la tabla 5 se muestra el total de las interferencias encontradas, uno de los que tiene mayor interferencias es E23 con total de 446 interferencias encontradas.

3.2.6. Resultado total interferencias detectadas por estaciones y total subsanadas o levantadas en reuniones programadas.

Tabla 6: Interferencias subsanadas.

| Estaciones | Interferencias | |
|-------------------|----------------|-----|
| E20 - SEVT | Detectadas | 207 |
| | Subsanadas | 186 |
| E21 - SOVA | Detectadas | 228 |
| | Subsanadas | 203 |
| E22 - SCOL | Detectadas | 292 |
| | Subsanadas | 233 |
| E23 - SHVA | Detectadas | 446 |
| | Subsanadas | 284 |

En la tabla 6 muestra las interferencias encontradas en cada estación y las que fueron subsanadas o levantadas, quedando siempre pendiente algunas interferencias, las que fueron subsanadas se realizaron con el uso de la metodología BIM las llamadas reuniones de Ingeniería Concurrente Integrada (ICE) .

3.3. Porcentaje entre el costo de la obra y coste de la implementación de la metodología BIM.

Todo proyecto tiene un costo, esto puede variar según el proceso constructivo, así también por adicionales que se generan por diferentes circunstancias ajenas al proceso constructivo.

Según la figura 11 se puede apreciar que modelar en 3D un proyecto que está en 2D su coste es de 0.03%, con respecto al costo de la obra.

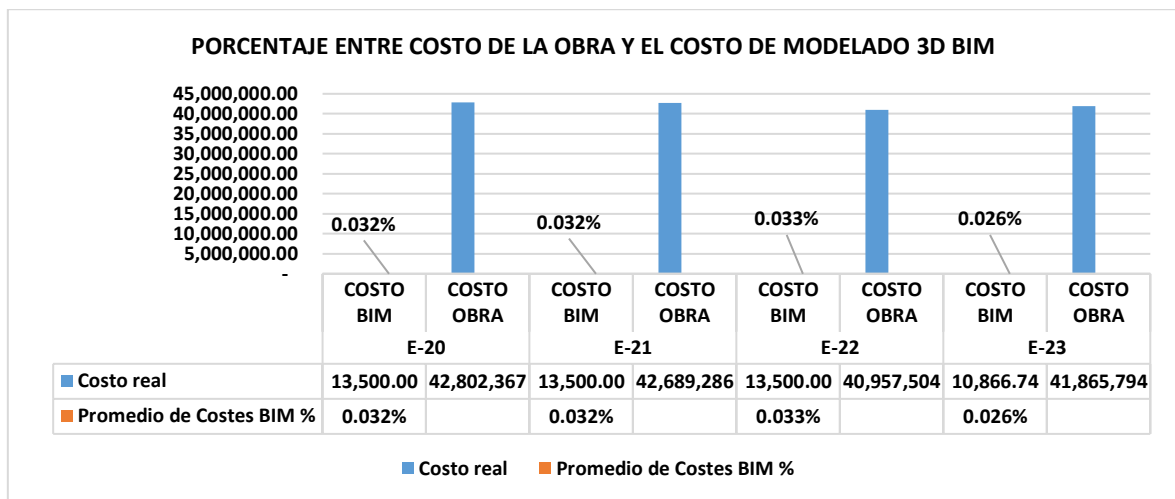


Figura 15: Costo de 3D BIM (Línea 2 del metro)

Fuente: Elaboración Propia

IV. CAPÍTULO. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

Se determina que la metodología BIM mejora significativamente en el desempeño de los procesos constructivos en la estación subterránea de la Línea 2 del Metro de Lima, según el Tabla 5 muestra que la interferencias encontradas en cada estaciones y total de interferencias es de 207, 228, 292 y 446 en cada estación en estudio siendo un total de 1173 interferencias tanto en STR, ARC, MEP.

Según el las Tablas 1 al 4 nos muestra la cantidad de interferencias encontradas por cada especialidad STR, ARC, MEP.

La interferencia MEP está conformado por las siguientes especialidades:

Tabla 7: Leyenda de MEP.

| | | |
|------------|------|----------------------------|
| MEP | ACI | RED CONTRA INCENDIO |
| | IIEE | Canalizacion y Tableros |
| | | Deteccion de Incendios |
| | | Antirrobo |
| | | Luminarias |
| | IIFF | Instalaciones Ferroviarias |
| | IIMM | Ventilacion y Extraccion |
| | | Refrigeracion |
| | | Presurizado |
| | | Contra Incendio |
| | | Ductos |
| | IISS | Red Sanitaria |
| | | Red Drenaje |

En la estación E20, según la tabla 1 se puede apreciar las interferencias encontradas por cada especialidad y la que tiene mayor interferencia Instalaciones Mecánicas (IIMM) que tiene un total de 37 interferencias, Instalación Sanitaria (IISS) un total de 36 interferencias, arquitectura (ART) con total de 34 interferencias, Instalaciones Ferroviaria (IIFF) un total 29 interferencias, Estructura (STR) un total de 25 interferencias, seguido la Instalación Eléctrica (IIEE) con un total de 24 interferencias, a continuación Redes Contra Incendio (ACI) con un total de 22 interferencias. Así también podemos determinar la cantidad de interferencias por niveles, la mayor interferencia se encuentra en nivel andén seguido nivel pre vestíbulo luego continúa el nivel vestíbulo como se aprecia en el figura 1, (ver Anexo 1).

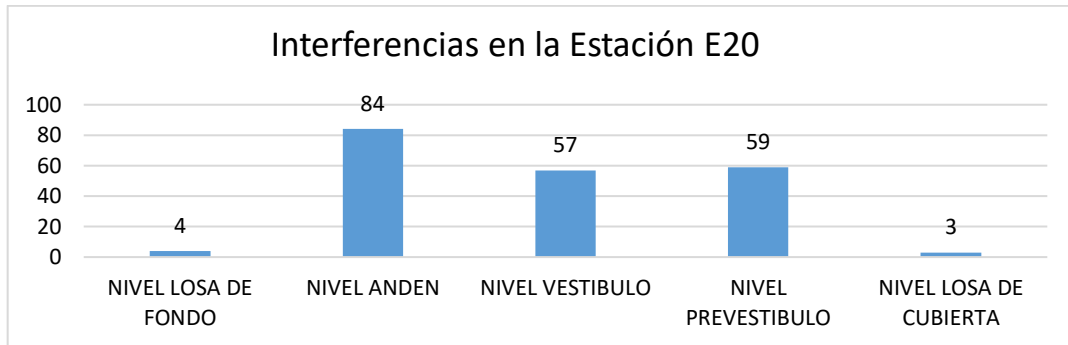


Figura 1: Distribución de interferencias por niveles de una estación.

En la estación E21, según la tabla 3 se puede apreciar las interferencias encontradas por cada especialidad y la que tiene mayor interferencia es la especialidad arquitectura (ART) con total de 44 interferencias, a continuación las Instalaciones Mecánicas (IIMM) que tiene un total de 37 interferencias, seguido la Instalación Eléctrica (IIEE) con un total de 35 interferencias, Redes Contra Incendio (ACI) con un total de 29 interferencias, Estructura (STR) un total de 28 interferencias, Instalación Sanitaria (IISS) un total de 28 interferencias, Instalaciones Ferroviaria (IIFF) un total de 27 interferencias. Así también podemos determinar la cantidad de interferencias por niveles, la mayor interferencia se encuentra en nivel andén, seguido nivel pre vestíbulo, luego continúa el nivel vestíbulo como se aprecia en el gráfico 2, ver Anexo 2.

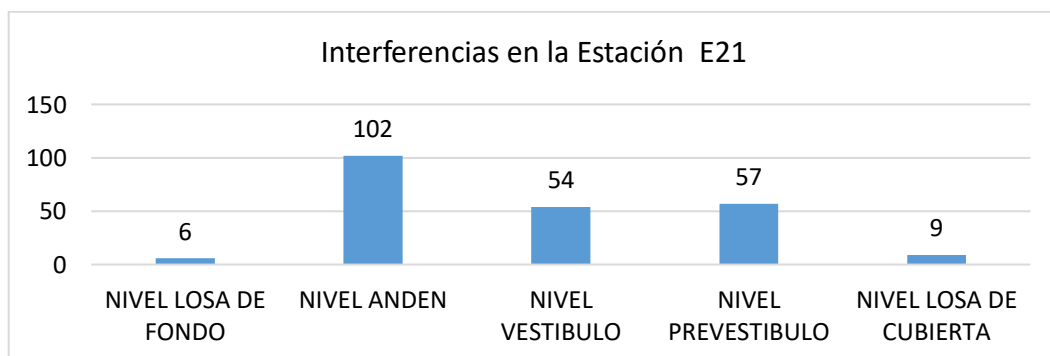


Figura 2: Distribución de interferencias por niveles de una estación.

En la estación E22, según la tabla 3 se puede apreciar las interferencias encontradas por cada especialidad y la que tiene mayor interferencia es la especialidad Estructura (STR)

un total de 59 interferencias, seguido la Instalación Eléctrica (IIEE) con un total de 46 interferencias, a continuación la Instalaciones Mecánicas (IIMM) que tiene un total de 44 interferencias, Instalación Sanitaria (IISS) un total de 42 interferencias, Instalaciones Ferroviaria (IIFF) un total 47 interferencias, arquitectura (ART) con total de 30 interferencias y Redes Contra Incendio (ACI) con un total de 24 interferencias. Así también podemos determinar la cantidad de interferencias por niveles, la mayor interferencia se encuentra en nivel vestíbulo seguido nivel andén luego continua el nivel pre vestíbulo como se aprecia en el grafico 3, ver Anexo 3.

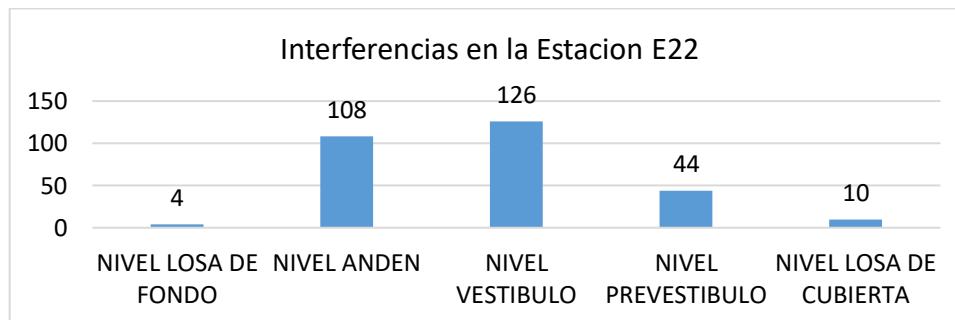


Figura 3: Distribución de interferencias por niveles de una estación.

En la estación E23, según la tabla 4 se puede apreciar las interferencias encontradas por cada especialidad y la que tiene mayor interferencia es la especialidad arquitectura (ART) con total de 173 interferencias, Instalaciones Ferroviaria (IIFF) un total 124 interferencias, Instalaciones Mecánicas (IIMM) que tiene un total de 92 interferencias, Estructura (STR) un total de 26 interferencias, seguido la Instalación Eléctrica (IIEE) con un total de 11 interferencias, Redes Contra Incendio (ACI) con un total de 11 interferencias, Instalación Sanitaria (IISS) un total de 9 interferencias, (ver Anexo 4).

De las 4 estaciones en estudio tenemos la totalidad de interferencias así también fue subsanada casi en su totalidad como se puede observar en la tabla 6 y en la figura 4

tenemos en porcentaje lo subsanados como se puede apreciar está en 80% a 90%, solo la estación E23 tiene un 64% por tener muchas interferencias.

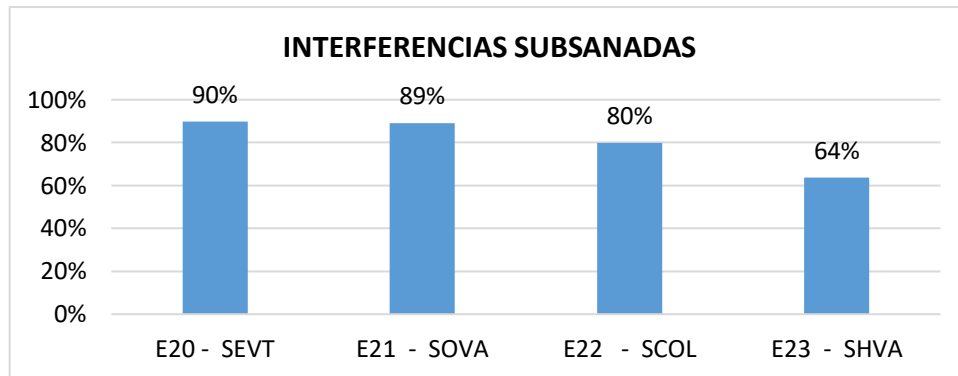


Figura 4: Interferencias subsanadas en porcentaje en las estaciones E20, E21, E22 y E23.

Según el antecedente “*El valor de BIM para la creación de estaciones de metro*”, nos demostró la integración de las disciplinas en unos de los metros que se ejecutaron como ser estaciones de metro en Oriente Medio, donde tanto Intecsa-Inarsa y Autodesk se unieron para hacer frente al desafío y actualmente podemos comprobar que ese paso es la que se debe aplicar para las grandes proyectos como ser las futuras Metros de Lima.

“*Impacto Económico del uso de BIM en el Desarrollo de Proyectos de Construcción en la Ciudad de Manizales*”, en este trabajo nos indica que debemos aplicar la tecnología para hacer frente a los crecimientos de los proyectos de mayor complejidad y se debe utilizar los métodos tecnológicos que se aplican en la actualidad, como podemos demostrar con este trabajo es necesario ya que hemos encontrados muchas interferencias en este proyecto de la línea 2 de metro de Lima.

“*Uso de la Metodología “BIM” en la constructabilidad de los proyectos de infraestructura en la Contraloría General de la República, Jesús María, 2016*”, Según este proyecto nos indican que en otros países ya se aplica la metodología BIM, hoy con

este trabajo podemos demostrar que es necesario definitiva de uso de la tecnología BIM en Perú.

“Sinergia entre BIM y Last Planner System para la eficiente integración contratista-subcontratista en la etapa de equipamiento de sótanos en un proyecto de edificación”

en este trabajo nos indica que todo proyecto debe ser realizado con la metodología BIM, y sea utilizado por los ejecutores del proyecto, en este trabajo de investigación podemos confirmar que es necesario la metodología bien durante su diseño para que tener cero interferencias entre especialidades.

“Implementación del BIM en el diseño de la infraestructura de la Institución Educativa N° 1283, Elías Soplín Vargas – Rioja – San Martín, 2018” en este trabajo ratifica el uso de la metodología BIM, como se puede apreciar se aplicó en un proyecto de una institución educativa y cómo podemos indicar los proyectos de mayor envergadura se debe aplicar con más razón ya que tiene mayor complejidad como se la línea 2 del metro de Lima.

“La Tecnología Bim para el Mejoramiento de la Eficiencia del Proyecto Multifamiliar (Los Claveles) En Trujillo-Perú”, en este trabajo nos indica los software que se puede utilizar para realizar la metodología BIM, y podemos dar la conformidad de que es necesario un software REVIT con Navisworks entre otros para determinar las interferencias entre las especialidades de cada proyecto.

4.2. CONCLUSIONES

Se determinó que aplicación de la metodología BIM mejora el desempeño de los procesos constructivos en la construcción de estación subterránea de la Línea 2 del Metro 2 de Lima, encontrando en cada construcción de la estación un total de 207 interferencias E20, 228 interferencias en la E21, 292 interferencias en la E22 y 446 interferencias en la estación E23, esto nos muestra cómo se puede atender estas interferencias dar soluciones anticipadas y no demorar en el proceso constructivo.

OE 1.-

Según las interferencias encontradas un total de 1,173 interferencias en las 4 estaciones en estudio y fueron subsanadas un total de 906 interferencias las cuales fueron intervenidos tanto proyectistas de cada especialidad como la ingeniería de campo en donde se levantaron gran parte de estas interferencias encontradas y las que se requerían un cambio sustancial se generaron las solicitudes de cambio un total de 95 solicitudes en las 4 estaciones en estudio.

Esto nos muestra que si no se realizaba un modelado BIM se debería generar por lo menos unos 1,173 Solicitudes de cambio esto generaría un retraso en la obra ya que como se ha podido encontrar en mucho de los solicitudes de cambios se demora en dar solución un promedio de 79 días calendarios, la demora es porque se debe compatibilizar con todas las especialidades que tiene este proyecto. En general la metodología BIM mejora en el desempeño de los procesos constructivos.

OE 2.-

Se identificó las interferencias que se generan entre las diferentes especialidades (SRT-ARC-MEP) en la estación subterránea del Metro de Lima entre las estaciones E20, E21, E22, E23, SRT tenemos un total 138 interferencias, ARC tenemos un total de 281 interferencias y MEP (IIEE, IISS, ACI, IIMM, IIFF) tenemos un total de 757 interferencias encontradas en este trabajo de investigación.

OE 3.-

Se determina que el coste de la aplicación de la metodología BIM tiene un porcentaje de 0.03% de coste de la obra, para estos tipos de obra que son de gran envergadura en donde existen diferentes MEP, es necesario trabajar con metodología BIM desde su diseño en 3D ya que se debe detectar estas interferencias en su momento para no tener problemas durante la construcción de la obra.

OE 4.-

Se debe hacer uso de metodología BIM en los siguientes proyectos como ser las futuras Líneas del Metro Lima, Línea 3, 4, 5 y 6 de Lima Metropolitano, si bien es cierto hay proyectos ya definidos solo falta el diseño de las futuras líneas del metro de Lima Metropolitano es necesario tomar estas referencias para hacer un buen diseño y no tener retrasos en las ejecuciones de estos mega proyectos.

4.3. RECOMENDACIONES

Tenemos que cambiar el esquema de trabajo tradicional en las construcciones en nuestro país con la metodología BIM, por que como hemos podido encontrar hay muchas interferencias en los proyectos de mayor envergadura ya que los planos en 2D no se puede definir con precisión existiendo tantos MEP en estos tipos de proyecto y como se puede apreciar muchos de las empresas ya están aplicando en proyectos de vivienda, obteniendo grandes rentabilidades económicas por su optimización.

Para que la metodología BIM tenga más éxitos se requiere un alto compromiso de las instituciones educativas ellos integren en sus mayas curriculares todo diseño que sea en 3D haciendo que dejen de aplicar los diseños en 2D esto generaría un cambio desde sus raíces para que la metodología BIM sea parte de su carrera profesional.

Debemos difundir e implementar la metodología BIM para todo tipo de proyecto de construcción civil, porque garantiza el éxito de todo proyecto; el contratista obtiene las utilidades del proyecto y el contratante el éxito de un proyecto de calidad dentro de su cronograma establecido.

Para futuras obras se recomienda realizar las incompatibilidades e interferencias durante su diseño así disminuir los adicionales que se presentan durante el proceso de ejecución de la obra, así también la formación profesional en todas las ramas de la ingeniería se debe orientar al uso de las metodologías BIM en el sector de la construcción.

V. REFERENCIAS

- ASIDEK, 2016 BIMCommunity <https://www.asidek.es/la-situacion-del-bim-mundo/>
- Alejandro Cespedes Huayama Carlos Alejandro Mamani Egoavil. (2016). “Modelo de Gestión de proyecto Aplicando la metodología Building Information Modeling (BIM) en la planta agroindustrial de Lurín”.
- ATA GÖKGÜR. (2015), “Current and future use of BIM in renovation projects”. (Chalmers University of Technology).
- Br. Susana Hernández. (2018). Uso de la Metodología “BIM” en la constructabilidad de los proyectos de infraestructura en la Contraloría General de la República, Jesús María, 2016. Universidad Cesar Vallejo.
- Blat Tatay, Diego (2016). “Nuevas Metodologías y Tecnologías en el Proceso Constructivo y Mantenimiento de Infraestructuras y Edificios Singulares”
- Chacón Daniel, Cueva Génesis. (2017). Implementación de la Metodología BIM para elaborar proyectos mediante el software Revit. Universidad de Carabobo – Venezuela.
- Carlos Alberto Jurado Guerra, Cynthia Pamela Alva Rivera. (2016). Valor real para el cliente de la gestión BIM (pre-construcción virtual) en proyectos de edificaciones. Universidad de Piura.
- Christoph Merschbrock. (2016). “BIM Technology Acceptance Among Reinforcement Workers – The Case of Oslo Airport’s Terminal 2”. (Akershus University College, Oslo, Norway).
- EDITECA, 2019 ESCUELA DE DISEÑO ARQUITECTURA - INGENIERÍA
<https://editeca.com/bim-en-latinoamerica/>

- Goyzueta balarezo, Gleyser Jimmy Puma Lupo, Hipolito (2016). Implementación de la metodología BIM y el sistema Last Planner 4d para la mejora de Gestión de la obra “residencial Montesol-dolores”-Tomo I. Universidad Nacional De San Agustín.
- Gerson Aníbal Tapia Nieto. (2018). primer estudio del nivel de adopción BIM en proyectos de edificación en lima metropolitana y Callao, Pontificia Universidad Católica Del Perú.
- Junjie Li¹* and Hui Yang. (2016). “A Research on Development of Construction Industrialization Based on BIM Technology under the Background of Industry 4.0” (School of Management Engineering, Zhengzhou University, Zhengzhou, Henan, China)
- KAIZEN Arquitectura e Ingeniería. (2019). KAIZEN Arquitectura e Ingeniería. Obtenido de <http://www.kaizenai.com/kaizen-arquitectura-ingenieria/>
- Manuel Fernandez Salazar. (2017). Económico del Uso de BIM en el Desarrollo de los Proyectos de Construcción en la Ciudad de Manizales. Universidad Nacional de Colombia.
- Martinez, Jhonattan & Herrera, Rodrigo F. & Salazar Fica, Luis. (2017). “Propuesta Metodológica para la Implementación de la Filosofía Lean En Proyectos De Construcción”.
- Maria Bernardete Barison & Eduardo Toledo Santos. (2010). “An overview of BIM specialists”.
- Morales Ríos Stephanie Vanessa. (2018). Evaluación de la rentabilidad del uso de gestión BIM en la construcción de un bloque de viviendas de 10 pisos del distrito de san Martin de Porres-Lima. Universidad Nacional Federico Villarreal.

Salman Azhar, (2016). “Building Information Modeling (BIM): Now and Building”. (RMIT University, Australia).

Dean B. Thomson & Ryan G. Miner, (2010), “Building Information Modeling - BIM: Contractual Risks are Changing with Technology”. (GUEST ESSAYS).

Salman Azhar, Abid Nadeem, Johnny Y. N. Mok, Brian H. Y. Leung (2008). “Building Information Modeling (BIM): A New Paradigm for Visual Interactive Modeling and Simulation for Construction Projects”

S. Chien, S. Choo, M. A. Schnabel, W. Nakapan, M. J. Kim, S. Roudavski. (2016) “Enhance architectural heritage conservation Using Bim technology” (CAADRIA- Hong Kong).

Zita Sampaio, (2015). “Introduction to the BIM Methodology in Engineering Education”, Technical University of Lisbon.

VI. ANEXOS
ANEXO 1

| | FORMATO | CODIGO DEL DOC. |
|---|---------------------------------------|-----------------|
| | SOLICITUD DE INFORMACION (RFI) | |
| NOMBRE DEL PROYECTO U OBRA : ESPECIALIDAD : N° DE RFI ASUNTO: Solicitante: OS/Código del Proyecto: Para: Fecha Emisión: CC: Fecha Requerida de Rpta: Referencia: | | |
| INFORMACION REQUERIDA | | |
| <div style="text-align: right; margin-top: 50px;"> _____ Firma del Solicitante </div> | | |
| RPTA A RFI | | |
| <div style="text-align: right; margin-top: 50px;"> _____ Firma de Rpta </div> | | |
| Recibido Por: Emite: Fecha: Autoriza: Firma: Aprueba: | | |