

**UNIVERSIDAD MAYOR REAL Y PONTIFICIA DE SAN
FRANCISCO XAVIER DE CHUQUISACA**

VICERRECTORADO

**CENTRO DE ESTUDIOS DE POSGRADO E
INVESTIGACIÓN**



**OBTENCIÓN DE PLANOS AS BUILT MEDIANTE EL MODELADO DE
ESPECIALIDADES CON LA METODOLOGÍA BIM, PARA LA CONSTRUCCIÓN
DEL CENTRO ARTESANAL CHUQUISACA – SUCRE**

**TRABAJO EN OPCIÓN AL DIPLOMADO EN BIM MODELADO Y GESTIÓN DE
PROYECTOS CONSTRUCTIVOS, MODALIDAD VIRTUAL VERSIÓN I**

NOMBRE DEL CURSANTE: Pablo Nicolas Huaylla Echalar

SUCRE, JUNIO DE 2024

CESION DE DERECHOS

Al presentar este trabajo como requisito previo para la obtención del DIPLOMADO EN BIM MODELADO Y GESTION DE PROYECTOS CONSTRUCTIVOS V.1 de la Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, autorizo al Centro de Estudios de Posgrado e Investigación o a la Biblioteca de la Universidad, para que se haga de este trabajo u documento disponible para su lectura, según normas de la Universidad

Pablo Nicolas Huaylla Echalar

Sucre 07 de junio de 2024

Dedicatoria

En primer lugar, se lo dedico a Dios, por ser quien me guía y cuida en cada paso de la vida, derramándose siempre sus bendiciones en mi vida para seguir adelante por el camino del bien.

También dedicárselo de manera muy especial a mi madre Ines Echalar Cruz y mi hija Oriana Huaylla Aguilar, que son las personas que constantemente me han apoyado y forjado en cada decisión de mi vida, me han sabido involucrar valores para formarme como una persona de bien y poder levantarme ante las derrotas y dificultades que se presentan en la vida diaria, gracias a ellas soy lo que soy ahora.

Agradecimientos

A mi amada familia por estar siempre en todo momento, siendo mi pilar fundamental para poder alcanzar cualquier aspiración de superación en la vida.

A mi santo Tata San Francisco Solano, que con sus bendiciones siempre me esta cuidando de mi y todos mis seres queridos.

Y por último, agradecer a la Universidad Mayor Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, por haber sido la institución que me abrió las puertas para hacer este Diplomado, a los docentes por brindarme su comprensión y conocimientos adquiridos durante toda su vida profesional.

INDICE

| | |
|---|----|
| RESUMEN EJECUTIVO | 1 |
| INTRODUCCION | 2 |
| 1. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACION | 3 |
| 2. SITUACION PROBLEMÁTICA | 4 |
| 3. FORMULACION DEL PROBLEMA DE INVESTIGACION..... | 5 |
| 4. OBJETIVOS | 5 |
| 4.1. OBJETIVO GENERAL..... | 5 |
| 4.2. OBJETIVO ESPECIFICO | 5 |
| 5. DISEÑO METODOLOGICO..... | 6 |
| CAPITULO I | 8 |
| 1. MARCO TEORICO..... | 8 |
| 1.1. Centro Artesanal | 8 |
| 1.2. Artesanía | 8 |
| 1.3. Actualidad sobre la metodología BIM en Bolivia | 8 |
| 1.4. Bases teóricas - definiciones Relevantes..... | 9 |
| 1.4.1. Que es el BIM | 9 |
| 1.4.2. Proceso colaborativo..... | 10 |
| 1.4.3. Detección de problemas mediante simulaciones | 10 |
| S. Morales (Peru, Lima 2018) | 10 |
| 1.4.4. Planos As Built | 11 |
| 1.5. Marco Contextual..... | 11 |
| 1.5.1. Contexto general..... | 11 |
| 1.6. Contexto empresarial..... | 12 |
| 1.6.1. Relevancia de la aplicación de metodología BIM..... | 13 |
| 1.6.2. Contexto socioeconómico sobre la aplicación de la metodología BIM en Bolivia | 13 |
| 1.6.3. Veneficios de aplicar metodología BIM | 14 |
| 1.7. Contexto geográfico | 15 |
| 1.7.1. Disponibilidad del terreno de emplazamiento..... | 16 |
| CAPITULO II | 17 |
| 2. DIAGNOSTICO..... | 17 |
| 2.1. Análisis del estado actual del proyecto..... | 17 |

| | | |
|---------------------------------|--|----|
| 2.1.1. | Características uso y denominación del proyecto | 17 |
| 2.2. | Planos originales del proyecto. | 19 |
| 2.2.1. | Posibles causas y factores de trabajar con documentación original del proyecto | 20 |
| 2.2.2. | Implementación BIM..... | 20 |
| 2.3. | Identificación de impactos y consecuencias | 21 |
| CAPITULO III | | 22 |
| 3. | PROPUESTA | 22 |
| 3.1. | Elaboración del proceso BIM..... | 22 |
| 3.2. | Modelado de las especialidades del proyecto con la metodología BIM..... | 23 |
| 3.2.1. | Modelado Arquitectónico | 23 |
| 3.2.2. | Modelado Estructural..... | 25 |
| 3.2.3. | Modelado Meep..... | 27 |
| 3.3. | Detección de interferencias con NAVISWORK | 27 |
| 3.3.1. | Impacto de la aplicación de la metodología BIM en el proyecto..... | 28 |
| 3.4. | Discusión de resultados..... | 29 |
| 3.4.1. | Planos a diseño final originales del proyecto..... | 29 |
| 3.4.2. | Implementación de la metodología BIM..... | 29 |
| 3.5. | Conclusiones y recomendaciones | 30 |
| REFERENCIA BIBLIOGRAFICAS (APA) | | 33 |

Índice de figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1 Ciclo de la Metodología BIM Fuente: Cámara Argentina de la Construcción | 10 |
| Figura 3 Mapa Político de Bolivia | 15 |
| Figura 2 Mapa Político de Chuquisaca | 15 |
| Figura 4 Mapa Político de la Provincia Oropeza | 16 |
| Figura 5 Mapa de Distritos Ciudad de Sucre | 16 |
| Figura 6 Ubicación del terreno de emplazamiento Fuente: Sicoes, proceso de contratación del proyecto de estudio. | 16 |
| Figura 7 Vista en Planta "Centro Artesanal Chuquisaca" Nivel 0+00 | 18 |
| Figura 8 Base de datos (Planos Originales) | 19 |
| Figura 9 Modelado 3D con metodología BIM (REVIT) Fuente de imagen: Elaboración Propia | 20 |
| Figura 10 Macroproceso de implementación BIM..... | 22 |
| Figura 11 Modelado Arquitectónico Metodología BIM (REVIT) | 23 |
| Figura 12 Modelado Arquitectónico 1er Nivel (REVIT)..... | 24 |
| Figura 13 Modelado Arquitectónico muros puertas y ventanas (REVIT) | 25 |
| Figura 14 Modelado Estructural de Zapatas y Vigas de Cimentación (REVIT)..... | 26 |
| Figura 15 Modelado Estructural de Losas Aligeradas | 26 |
| Figura 16 Modelado MEP Instalaciones Sanitarias Planta Baja (REVIT) | 27 |
| Figura 17 Detección de Interferencias Arquitectura Vs Estructuras (NAVISWORK) | 27 |
| Figura 18 Solución de interferencias MEP Vs Estructuras..... | 28 |
| Figura 19 Detección de trabajo repetitivo en Cámaras de Control..... | 29 |

RESUMEN EJECUTIVO

La presente monografía contiene la importancia de implementar la metodología BIM en la construcción de edificaciones en nuestro país, centrando la atención de la mismas en el Centro Artesanal Chuquisaca – Sucre, por considerarse un proyecto de gran impacto que será intervenido en el centro histórico de nuestra ciudad.

La primera parte del presente documento se basa en una fase introductoria donde se fundamenta la importancia y se precisan los alcances del estudio, a fin de que se comprendan aspectos de delimitaciones la problemática y así se determinen los objetivos tanto generales como específicos, posteriormente se realiza la estrategia de investigación para poder tener un procedimiento que detalle el correcto desarrollo de los objetivos con los métodos, técnicas y softwares de apoyo.

El primer capítulo se tiene el desarrollo del Marco Teórico y Marco Contextual, mediante la recopilación de información relevante del tema de investigación se realizó posteriormente un análisis de su contenido, debemos conocer las bases y conceptos que maneja la metodología BIM, por eso se ha mencionado lo mas importante y sobresaliente de esta nueva metodología del como encara la nueva manera colaborativa de trabajar entre diferentes especialidades que intervienen. También dentro del mismo se desarrollo los aspectos de contextualización geográfica de la infraestructura de estudio en particular.

Posteriormente el capítulo dos se desarrolla el diagnóstico en base a lo mostrado en el capítulo anterior, lo cual muestra fundamentalmente la problemática actual de venir trabajando con metodologías de construcción que ya no vienen acorde a nuestra actualidad y herramientas tecnológicas con las que contamos.

Finalmente, el capítulo tres contiene la propuesta a la problemática planteada, donde se evidencia hallazgos de cada objetivo planteado inicialmente, mostrándonos que el presente estudio logro contribuir de manera objetiva a obtener mejores resultados aplicando la metodología BIM para el desarrollo de proyectos de infraestructura.

INTRODUCCION

El campo de la construcción en nuestro país es un componente muy significativo para la economía, pero por falta de la precisión, fiabilidad y dificultades para mantener actualizada la documentación durante las diversas etapas del proyecto, suelen surgir problemas durante el desarrollo del mismo, como podemos apreciar todos los días en nuestro país en la mayoría de las construcciones civiles. Surgiendo de estos problemas: incumplimiento de plazos, errores de presupuesto, cambios sustanciales a los componentes del proyecto, baja productividad e incluso falta de gestiones adecuadas para el mantenimiento de las mismas. Si a todo esto acotamos la crisis económica que atraviesa nuestro país, es evidente que este uno de los factores atribuibles a la situación económica que venimos atravesando todos los Bolivianos.

Por consiguiente, viendo el modelo constructivo boliviano, se puede decir que no ha evolucionado con el tiempo, por lo cual debemos implantar nuevos modelos, como lo vienen haciendo nuestros vecinos países, que ya vienen aplicando tecnologías más industrializadas que organizan de manera más eficiente la actividad productiva del proceso constructivo.

El Building Information Modeling, (BIM por sus siglas en ingles), ha surgido como una innovadora metodología que está revolucionando la forma en cual se vienen gestionando el diseño, la construcción como tal de los proyectos de construcción.

Este modelo no solo nos ofrece la capacidad de crear representaciones digitales precisas de una infraestructura, sino que también nos permite gestionar tanto el diseño, como la construcción y el mantenimiento de la infraestructura durante toda su vida útil, gestionando toda la documentación e información del mismo, y acompañarlo hasta su demolición.

Esta monografía tiene por objetivo implementar esta metodología para que mediante el modelado de especialidades del Centro Artesanal de Chuquisaca – Sucre, se analicen los principios fundamentales del BIM, su aplicación en la construcción y los beneficios que aporta a los términos de precisión, eficiencia y gestión del ciclo de vida

de un proyecto. Además, se examinará las mejores prácticas asociadas para la obtención de planos As Built que serán el resultado final que manejen todos los actores del proyecto durante todo su ciclo de vida.

1. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACION

Los proyectos civiles han tenido a menudo problemas relacionados con la falta de planificación, los errores durante la etapa de diseño de un proyecto repercuten directamente en el cronograma y en el presupuesto del mismo, la repercusión de estos errores supone una pérdida de tiempo adicional que hacen prolongar el tiempo de ejecución e impide culminar la etapa de construcción en el plazo establecido.

Hasta hace algunos años el diseño de un proyecto se encontraba limitado a la elaboración de planos As Built en 2D, donde se mostraba una vista en planta, además de cortes y elevaciones mismas que no siempre contenían todas las especificaciones del proyecto en cuanto a longitudes, espesores, tipos de material a utilizar, etc.

El uso de la metodología BIM trae consigo una mejora en la elaboración de proyectos de construcción, poco a poco en nuestro país se viene implementando esta tecnología para la mejora en el diseño arquitectónico, estructural y de fontanería de edificaciones, además que busca tener una mejor compatibilidad entre los planos As Built en 3D, de todas las disciplinas que comprende. Cada vez son más profesionales y empresas que optan por el uso de esta metodología para conseguir mejoras en la elaboración de sus proyectos, debido a que permite obtener valores más exactos en lo que refiere a los metrados y cantidad de materiales, además se tiene un control más preciso de los procesos realizados y permite la participación activa de todos los profesionales involucrados en su realización.

Por ello, se ha elegido una infraestructura perteneciente a una institución municipal importante, de la cual se plantea el interés de obtener un modelo BIM para tener como resultado los planos As Built, a partir del cual se pueda gestionar la construcción, mantenimiento del mismo.

2. SITUACION PROBLEMÁTICA

Abordando la situación problemática que atraviesa nuestro país en torno al ámbito del diseño y construcción de obras civiles, podemos mencionar que existe bastante desactualización por parte de los involucrados de realizar los proyectos de infraestructura públicas y privadas.

El uso de la información 2D, no genera la información necesaria para poder llevar a cabo proyectos de gran magnitud como son los centros recreacionales o de convenciones, que contemplen la intervención de diferentes especialidades en la infraestructura, lo que implica que se desencadene una serie de problemas que afecten a los plazos establecidos, gastos innecesarios, llegando incluso hasta paralizar o cambiar sustancialmente la esencia del proyecto.

La falta de la adopción de la metodología BIM en nuestro país se presenta como principal causa subyacente de los problemas mencionados, ya que en muchos casos un proyecto no llega a reflejarse como se muestra en los planos As Built. Esta carencia se debe, en gran medida a la resistencia al cambio en la industria de la construcción y a la falta de conciencia sobre los beneficios tangibles que ofrece el BIM en términos de gestión integral de proyectos y precisión en la documentación.

La no implementación esta metodología BIM, tiene efectos significativos en varios aspectos, como ser la falta de un entorno colaborativo como el proporcionado por BIM dificulta la construcción, lo que da lugar a conflictos de diseño, interferencias y retrabajos que implican costos no considerados. A falta de una plataforma centralizada para gestionar toda la información del proyecto a lo largo de su ciclo de vida conlleva una gestión ineficiente de los recursos, tiempo y costo lo que también se traduce en errores de presupuesto y una planificación deficiente.

En conclusión, la falta de adopción de la metodología BIM para la obtención del modelado 3D colaborativo entre especialidades, para un proyecto de gran magnitud como es el Centro Artesanal De Chuquisaca, que represente un resultado final (Planos As Built), genera un problema que afecta la calidad, eficiencia y gestión integral del

mismo, evidenciando la necesidad urgente de modernizar los procesos constructivos en nuestro país mediante la metodología BIM para este y tipo de proyectos complejos por su amplia colaboración que involucran las diferentes especialidades.

3. FORMULACION DEL PROBLEMA DE INVESTIGACION

En el ámbito de la construcción, la obtención de planos “As Built” es un aspecto crítico para asegurar la precisión y la integridad de la información relativa a una infraestructura una vez finalizada. Sin embargo, este proceso tradicionalmente ha estado plagado de desafíos relacionados con la falta de precisión, la desactualización de los datos, dificultad para mantener los documentos al día y lo más importante la falta de coordinación de las diferentes especialidades que intervienen en las infraestructuras.

¿Cómo se puede obtener los planos “As Built” mediante la influencia del modelado de especialidades con la metodología BIM en la construcción, verificando la detección de incidencias en la fase de diseño, con la finalidad de aumentar la eficiencia y calidad de la documentación final?

4. OBJETIVOS

Tomando en cuenta la importancia de contar con el resultado final de cualquier diseño de un proyecto de construcción (planos “As Built”), se procederá a la elaboración de los mismos, mediante la coordinación de especialidades propuesta por la metodología BIM. Por lo anterior mencionado, se plantean los siguientes objetivos.

4.1. OBJETIVO GENERAL

Obtener planos “As Built”, mediante el modelado de especialidades con la metodología BIM, para la construcción del “Centro Artesanal de Chuquisaca – Sucre”, realizando una representación digital 3D colaborativa, con la finalidad de aumentar la eficiencia y calidad de la documentación final.

4.2. OBJETIVO ESPECIFICO

Los objetivos específicos que se pretender conseguir con esta monografía son los siguientes:

- Analizar las ventajas y/o desventajas de gestionar un proyecto en una infraestructura con la metodología tradicional del 2D, para ver su eficiencia en la gestión.
- Modelar las especialidades arquitectura y estructura, del “Centro artesanal de Chuquisaca – Sucre”, con la finalidad de contar con un solo modelo colaborativo.
- Detectar las posibles interferencias entre especialidades, con el fin de verificar si los Planos As Built originales del proyecto, consideraron la solución respectiva a las interferencias detectadas.

5. DISEÑO METODOLOGICO

Para abordar la elaboración del presente trabajo, se utilizó la investigación aplicada de tipo descriptivo, dado que busca resolver problemas de la vida real mediante el empleo de métodos teóricos y empíricos.

Para la elección del tema se basó en una revisión bibliográfica exhaustiva del área de estudio, así como la disponibilidad de información relacionada con el proyecto a desarrollar.

Para el planteamiento del problema se empleó el método inductivo, el cual permite identificar soluciones generales a partir de premisas particulares. En contraste, el planteamiento de los objetivos se fundamentó en el método deductivo, que parte de una premisa única para llegar a una conclusión específica y directa

La redacción del marco teórico y contextual se realizó mediante el método bibliográfico, utilizando como referencia la literatura especializada sobre la industrialización de las características actuales en el ámbito de la construcción, complementada con la observación científica para una comprensión más profunda del objeto de investigación.

En base a la información teórica y práctica recopilada se elaborará el presente proyecto de “Obtención de planos As Built mediante el modelado de especialidades

con la metodología BIM, para la construcción del centro artesanal Chuquisaca – Sucre”.

Finalmente, durante todo el proceso de elaboración el método lógico sistemático, para presentar el documento final, que permite modelar el objeto de estudio con todos sus componentes relacionados.

**Cuadro N°1
Resumen del Diseño Metodológico**

| OBJETIVOS | PROCEDIMIENTOS | MEDIOS |
|---|---|---|
| Mostrar las ventajas o desventajas de gestionar un proyecto de infraestructura con la metodología tradicional del 2D. | Mostrar mediante una evaluación realista las desventajas que presenta trabajar con modelos tradicionales 2D | Apoyándonos mediante evaluación in situ y con ejemplos gráficos obtenido en medios digitales. |
| Realizar un modelado virtual de las especialidades correspondientes, para el centro artesanal de Chuquisaca – sucre con la ayuda del software Revit, con la finalidad de contar con un solo modelo colaborativo. | Realizar la modelación colaborativa de las especialidades de (Arquitectura, Estructuras, Meep) en 3D. | Con la ayuda del software Revit realizar el correspondiente modelado de especialidades. |
| Detectar posibles problemas que se evitaron en el proceso de construcción, con la aplicación del modelado con la metodología BIM, con el fin de generar los Planos As Built que nos sirva para gestionar cada etapa del proyecto. | Poder detectar posibles problemas entre el modelado de especialidades Y Obtener del trabajo colaborativo los correspondientes planos As Built para poder tener una correcta ejecución del proyecto. | Con ayuda del software Naviswork realizar la correspondiente detección de interferencias que pueda tener el modelado Y En base a lo gestionado entre el Naviswork y Revit obtener los planos finales del proyecto |

CAPITULO I

1. MARCO TEORICO

1.1. Centro Artesanal

Es un lugar donde existen talleres artesanos, y que pueden ser calificados, formados, capacitados sobre las actividades que se realizan, así como también exponer sus obras al público. Es un lugar donde varias personas trabajan cooperativamente para hacer algo, con el auxilio de herramientas. Su objetivo es tener un espacio y de esta manera contribuir a que la población participe de manera más consciente y sistemática en la vida cultural de su comunidad. Características que debe tener un centro artesanal: Contar con los servicios necesarios para el desarrollo de la producción que se lleve a cabo en dicho lugar. Contar con un área para la realización de dicho trabajo, así como para la formación y capacitación de los artesanos, y que permita a la vez trabajar en conjunto con otros comerciantes.

1.2. Artesanía

La artesanía ocupa un lugar fundamental dentro de la totalidad de la producción de un país. Es importante para las comunidades de tradición artesanal, no solo en términos de economía familiar local, regional y nacional, sino también en términos socioculturales, porque las artesanías son piezas, portadoras de elementos culturales propios de cada comunidad.

1.3. Actualidad sobre la metodología BIM en Bolivia

En nuestra actualidad es muy común poder apreciar que el rubro del diseño y la construcción de infraestructuras ha cambiado muy poco con el pasar del tiempo en Bolivia. Es decir, seguimos gestionando los proyectos de igual manera sin darnos cuenta que, en nuestro entorno existen países que ya aplican metodologías más desarrolladas que permiten tener una mayor eficiencia a lo largo de cada etapa de un proyecto.

Esto es algo que debe ponernos a reflexionar a los profesionales del área, de cómo podemos enfrentar el desarrollo de un proyecto a lo largo de toda su vida útil, es decir desde la etapa de diseño, construcción, posterior operación y mantenimiento hasta su demolición. Esto es un tema que genera muchos desafíos para todos los involucrados en las distintas etapas de un proyecto, como ser nuestro caso la construcción del centro artesanal Chuquisaca – Sucre. Que cada vez este tipo de proyectos de gran magnitud tienen recursos más escasos, plazos más ajustados y arquitectura más compleja. Lo que hace necesario poder incorporar nuevas herramientas tecnológicas como son los modelos tridimensionales bajo la metodología BIM, esto nos ayuda a tener un solo archivo representado en 3D las características de las diferentes especialidades que participan dentro de la infraestructura.

1.4. Bases teóricas - definiciones Relevantes

1.4.1. Que es el BIM

BIM es el acrónimo de **Building Information Modeling**, aunque podría ser perfectamente Building Information Management, ya que el BIM tiene mucho que ver con la gestión de la información y no solo con el modelado. Mucha gente piensa aun que el BIM es un software, frecuentemente se escucha hablar del BIM como si fuera REVIT, Achicad, o cualquier otra plataforma de las muchas que hay en el mercado. Es importante aclarar que BIM no es un software, aunque obviamente el software forma parte del BIM. Este debe ser entendido como un método de trabajo que se define en el contexto de la cultura colaborativa y de la práctica integrada, y se supone una profunda transformación que afecta a todos los procesos de diseño, constructivos y de gestión de activos que hemos conocido hasta ahora. (kainenai, s.f.)

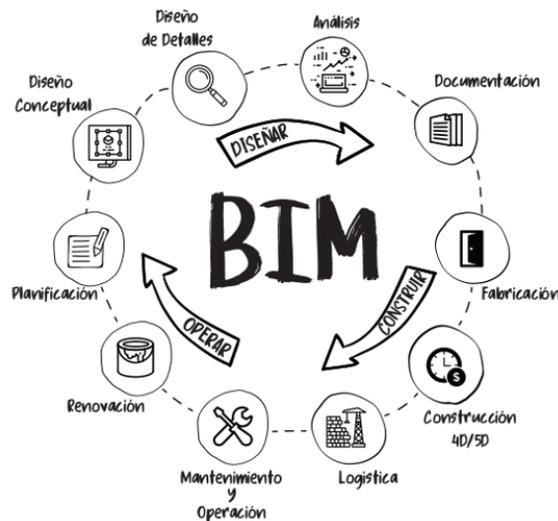


Figura 1 Ciclo de la Metodología BIM
Fuente: Cámara Argentina de la Construcción

1.4.2. Proceso colaborativo

El modelado BIM promueve la colaboración entre todos los participantes del proyecto, permitiendo que arquitectos, ingenieros, constructores y otros especialistas contribuyan con su experiencia y conocimientos al modelo central.

1.4.3. Detección de problemas mediante simulaciones

El modelo BIM permite realizar simulaciones y análisis de diversos aspectos del proyecto, como estudios de eficiencia energética, análisis estructurales, detección de conflictos entre las diversas especialidades que intervienen en el proyecto, es decir visualizaciones 3D, que con ayuda del software Naviswork, se logra mitigar estos conflictos.

S. Morales (Peru, Lima 2018)

Realizo la evaluación de dos proyectos similares (edificios multifamiliares), logrando una optimización en la cuantificación de metrados en uno de los proyectos al implementar la metodología BIM, ya que obtuvo una rentabilidad de -3.34% en el edificio sin BIM y +1.39% en el edificio con BIM, todo esto por la diferencia de metrados

y precios unitarios entre las partidas del presupuesto venta y el presupuesto meta, logrando un mayor control en el cálculo de metrados al implementar BIM.

1.4.4. Planos As Built

Los planos As Built son documentos técnicos que representan la configuración y disposición real de una construcción o proyecto una vez que ha sido finalizado su etapa de diseño o construcción. Estos planos muestran cómo fue realmente terminada una edificación, infraestructura, reflejando las modificaciones ajustes o cambios que se realizaron durante el proceso de construcción.

En otras palabras, los planos As Built proporcionan una representación precisa y actualizada de la infraestructura tal como existe en la realidad, en contraste con los planos de diseño inicial que pueden haber sufrido modificaciones durante la ejecución del proyecto. Esos planos son de suma importancia para la gestión y mantenimiento de la construcción una vez ha sido completado, ya que proporcionan la información detallada sobre la ubicación exacta de los elementos estructurales, sistemas eléctricos, tuberías, etc. Lo que facilita las labores como reparaciones, ampliaciones o remodelaciones.

1.5. Marco Contextual

1.5.1. Contexto general

La metodología Building Information Modeling (BIM) ha emergido como una herramienta innovadora y transformadora en la industria de la construcción, revolucionando la manera en que se planifican, diseñan y ejecutan proyectos arquitectónicos y de infraestructura. BIM no solo permite la creación de modelos digitales tridimensionales detallados, sino que también facilita la integración de información crucial sobre cada componente del proyecto, desde la fase inicial de diseño hasta la gestión y mantenimiento post-construcción, por lo que genera planos As Built a detalle dentro de un solo modelo colaborativo.

Sucre, la histórica capital constitucional de Bolivia, se distingue por su rico patrimonio cultural y arquitectónico, convirtiéndola en un entorno único para la implementación de

proyectos que buscan preservar y enriquecer su identidad cultural. En este contexto, la construcción del Centro Artesanal Chuquisaca - Sucre no solo representa un desafío arquitectónico y urbanístico, sino también una oportunidad para revitalizar y promover las tradiciones artesanales locales.

La elección de aplicar BIM en el desarrollo de este Centro Artesanal Chuquisaca - Sucre responde a la necesidad de optimizar recursos, mejorar la eficiencia del diseño y construcción, y garantizar la sostenibilidad a largo plazo del proyecto.

Además, la metodología BIM facilitará una colaboración multidisciplinaria efectiva entre arquitectos, ingenieros estructurales, eléctricos y mecánicos. Esta integración temprana de diferentes disciplinas no solo mejorará la calidad del diseño, sino que también reducirá potenciales conflictos durante la fase de construcción, optimizando así los tiempos y costos del proyecto.

En resumen, la aplicación de BIM en la verificación de los planos As Built originales del Centro Artesanal Chuquisaca - Sucre, representara una innovación significativa que combina tecnología avanzada para poder optimizar los procesos constructivos, donde se detectara posibles interferencias entre especialidades. Este enfoque no solo promete mejorar la eficiencia y la calidad del proyecto, sino que también asegura que el centro artesanal no solo sea un espacio funcional, sino también un tributo viviente a la rica tradición artesanal de Sucre y sus alrededores.

1.6. Contexto empresarial

El centro de artesanos en Sucre representa una oportunidad para fomentar el desarrollo económico y cultural de la región. Además de proporcionar un espacio para la exhibición y venta de productos artesanales, el centro artesanal servirá como un punto de encuentro para la comunidad local y una atracción turística para visitantes nacionales e internacionales.

1.6.1. Relevancia de la aplicación de metodología BIM

La metodología BIM se presenta como una herramienta fundamental para garantizar el éxito del proyecto de infraestructura del Centro Artesanal Chuquisaca – Sucre, desde la fase de diseño hasta la fase de operación y mantenimiento, mediante la creación de modelos digitales que contienen información detallada sobre todos los aspectos de la construcción. Entre los principales beneficios potenciales de la aplicación de esta metodología podemos mencionar:

- Previene interferencia entre especialidades al momento de la construcción, generando la reducción de costos y tiempos de ejecución.
- Optimización de la planificación y programación de la construcción.
- Facilitación de la colaboración entre los diferentes profesionales que intervienen.
- Mejora la gestión del mantenimiento y la operación de la infraestructura una vez culminado.

1.6.2. Contexto socioeconómico sobre la aplicación de la metodología BIM en Bolivia

La aplicación de la metodología BIM (Building Information Modeling) en Bolivia enfrenta desafíos tanto socioeconómicos como culturales, pero también presenta oportunidades para mejorar la industria de la construcción del país.

Desde una perspectiva socioeconómica, la implementación de BIM se ve limitada por la desigualdad en el acceso a la tecnología. La brecha digital en Bolivia dificulta que pequeñas y medianas empresas puedan invertir en las herramientas y software necesarios para adoptar BIM, en contraste con las grandes compañías que cuentan con mayores recursos

Esto genera una disparidad en la capacidad de implementar BIM a nivel nacional.

Culturalmente, existe una resistencia al cambio en la industria de la construcción boliviana. Muchos profesionales y empresas aún se encuentran en transición del uso de CAD (Diseño Asistido por Computadora) al modelado 3D con software BIM

Esto evidencia la falta de conocimientos sólidos sobre el alcance y fundamentos de la metodología BIM. Sin embargo, es importante destacar que hay casos aislados de profesionales y empresas capacitadas en BIM que desarrollan proyectos complejos a la par de países más desarrollados

A pesar de estos desafíos, la aplicación de BIM en Bolivia presenta oportunidades significativas. Actualmente, BIM tiene mayor alcance en las fases de planificación, diseño de proyectos y en la fase de construcción. Además, se usa más la dimensión 3D (Modelado), y, en menor proporción, la dimensión 4D (Tiempo). También hay menos casos donde se aplican las dimensiones BIM 5D (Coste) y 6D (Sustentabilidad)

En cuanto a la percepción de la metodología BIM en Bolivia, un 92% de los profesionales y empresas involucrados en la construcción consideran que BIM es el futuro de la información de proyectos, y un 84% están intentando adoptar la metodología (Hugo Condori Vasquez, Gerente de Proingeniería)

Esto sugiere que, aunque hay un cierto retraso en la implementación, hay un interés significativo en la adopción de BIM en el país.

En resumen, la aplicación de BIM en Bolivia enfrenta desafíos socioeconómicos y culturales, pero también presenta oportunidades para mejorar la industria de la construcción. La implementación de BIM puede ayudar a superar la brecha digital y a mejorar la eficiencia en la construcción, lo que puede tener un impacto positivo en la economía y el desarrollo del país.

1.6.3. Veneficios de aplicar metodología BIM

A. Cespedes y C. Mamani, estos autores aplicaron la metodología BIM en su proyecto a evaluar en Perú, Lima en 2016, donde indican que obtuvieron 29 interferencias y aumentando en un 41% el costo directo en la ejecución del proyecto. Luego lograron optimizar el costo del proyecto en un 14.11% y las horas hombre en un 15.47%, reduciendo los plazos del proyecto en un 11.25%, afirmando que con la implementación BIM si se logra una mejora.

1.7. Contexto geográfico

El proyecto se encuentra Ubicado en Chuquisaca, que es uno de los nueve departamentos pertenecientes al Estado Plurinacional de Bolivia, su capital es Sucre, sede del Poder Judicial y capital histórico-constitucional de Bolivia. Está ubicado en el centro-sur del país, limitando al norte con Cochabamba, al este con Santa Cruz al sur con Tarija y al oeste con Potosí. Con 51.524 km² es el segundo departamento menos extenso, por delante de Tarija.

Según el censo oficial realizado en 2012, el departamento cuenta con una población de 581.347 habitantes. En cuanto a su posición demográfica a nivel nacional, la población del departamento representa al 5,48 % de Bolivia. Administrativamente el departamento de Chuquisaca se encuentra conformado por 10 provincias que, a la vez, estos se encuentran divididos en 28 municipios. El municipio de Sucre es el más poblado con una población de 261.201 habitantes, concentrando al 44,93 % del total de la población departamental.

Nombre del proyecto: Construcción Centro Artesanal Chuquisaca – Sucre.

Ubicación: País Olivia Departamento de Chuquisaca / Provincia Oropeza



Figura 3 Mapa Político de Bolivia

Fuente: <https://n9.cl/ov3cl>



Figura 2 Mapa Político de Chuquisaca

Fuente: <https://n9.cl/ov3cl>



Figura 4 Mapa Político de la Provincia Oropeza

Fuente: <https://n9.cl/ov3lc>



Figura 5 Mapa de Distritos Ciudad de Sucre

Fuente: <https://n9.cl/ov3lc>

1.7.1. Disponibilidad del terreno de emplazamiento

La localización del Centro Artesanal Chuquisaca es la ciudad de Sucre, está definido por el terreno que dispuso el Gobierno Autónomo Municipal de Sucre, que se describe a continuación:

Ubicación: Zona Mercado Central de la ciudad de Sucre, Calle Aniceto Arce entre Hernando Siles y Urcullo.



Figura 6 Ubicación del terreno de emplazamiento
Fuente: Sicoes, proceso de contratación del proyecto de estudio.

CAPITULO II

2. DIAGNOSTICO

Los resultados obtenidos en el presente documento, están organizados en imágenes y tablas que ilustran la evaluación crítica del actual problema al modelar en 2D, sin colaboración entre especialidades y sin contar con una sola herramienta que los agrupe de tal manera que se pueda gestionar de mejor manera el diseño y posterior construcción del Centro Artesanal Chuquisaca – Sucre.

2.1. Análisis del estado actual del proyecto.

Una vez elegido el proyecto a desarrollar en la presente monografía (Centro Artesanal Chuquisaca – Sucre), se realizó la respectiva búsqueda de información, de la cual se pudo acceder a los planos de construcción que estaban colgados en la página del Sicoes.

Por consiguiente, la documentación con la cual se cuenta como datos de partida únicamente son los planos en 2D formato DWG. De tal forma que el trabajo del modelado en 3D se lo realizará desde cero, para ello se seguirá las recomendaciones que nos menciona en las guías de modelado BIM.

A la fecha el proyecto como tal no cuenta con avance ni con la presencia de la empresa adjudicada, por problemas sociales que tienen con el desalojo de los artesanos, lo cual imposibilita las entrevistas necesarias con la empresa.

2.1.1. Características uso y denominación del proyecto

Se trata de la ejecución de un proyecto nuevo, que se emplazara en una superficie de terreno de 2090,24 m². Espacialmente está dividida en tres partes notoriamente sectorizados, el volumen de la fachada principal será edificado sobre dos niveles, con un tercer nivel sobre el bloque posterior, el volumen posterior está conformado por cuatro niveles desde el nivel de la calle, estos espacios están unidos por un volumen intermedio de tres niveles.

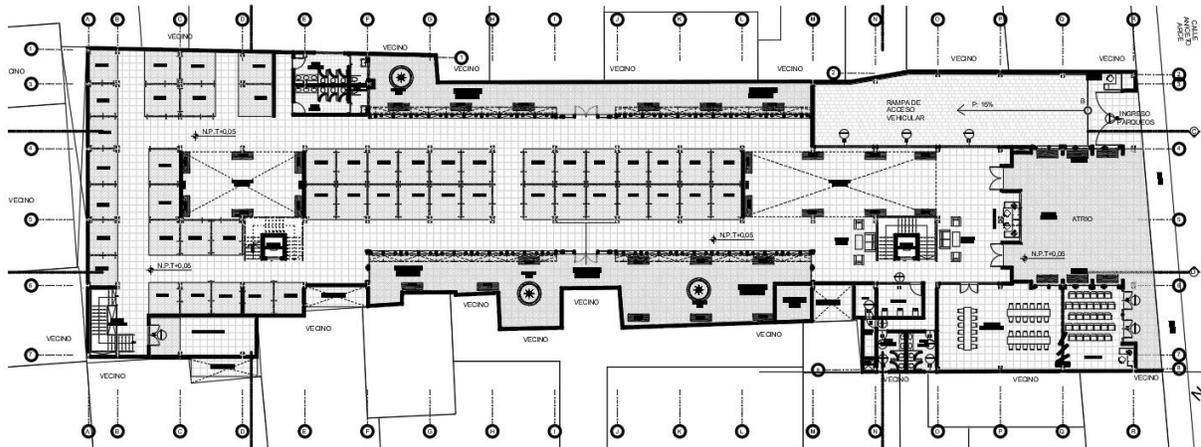


Figura 7 Vista en Planta "Centro Artesanal Chuquisaca" Nivel 0+00

Fuente: Sicoes.com

Cuadro N°2
Distribución de ambientes Centro Artesanal Chuquisaca

| SECTOR | UBICACIÓN | CANTIDAD | |
|---------------------------------------|-----------------|--------------------------------------|------------|
| Parqueo | Sub nivel 1 | 47 Parqueos | |
| | Sub nivel 2 | 52 Parqueos | |
| Área de Exposición y Comercialización | Planta Baja | 49 puestos de Exposición y de Ventas | |
| Salón de Uso Múltiple y Servicios | | 180 personas | |
| Informaciones | | 2 personas | |
| Control y Monta Autos | | 1 persona | |
| Servicios Higiénicos | | 12 artefactos sanitarios | |
| Adm. SENAPI | | Planta 1er Piso | 2 personas |
| Adm. SEPREC | | | 2 personas |
| Adm. IBMETRO | 2 personas | | |
| Adm. PROBOLIVIA | 5 personas | | |
| Oficinas para uso múltiple | 3 oficinas | | |
| Area de Exposición y Comercialización | Planta 2do Piso | 52 puestos de Exposición y de Ventas | |
| Servicios Higiénicos | | 16 personas | |
| Adm. Museo | | 3 personas | |

| | | |
|--|-----------------|-----------------------------------|
| Adm. Centro Capacitación y producción | | 3 personas |
| Talleres y Aulas de Producción, Capacitación y Formación | | 48 en prácticas 48 en Teóricas |
| Servicios Higiénicos | | 13 personas |
| Depósitos | | 12 |
| Guardería | | 30 niños |
| Museo Etnográfico de Chuquisaca | | - |
| Patio de comidas | Planta 3er Piso | 6 ambientes 200 personas |
| Terraza | | - |
| Servicios higiénicos H y M | | 10 personas |

2.2. Planos originales del proyecto.

En cuanto a los planos obtenidos de la plataforma del Sicoes, se pudo analizar que los mismos están separados en 4 carpetas y cada una contiene alrededor de 7 planos, es decir se manejan alrededor de 28 planos entre cortes, elevaciones, detalles, etc.

| Name | Date modified | Type | Size |
|-------------------------------|-----------------|---------------------|-----------|
| PLANOS ARQUITECTONICOS | 19/3/2024 20:42 | Carpeta de archivos | |
| 2 ELE-SUBSUELO 2 | 19/3/2024 18:52 | Documento Adob... | 699 KB |
| 3 ELE-PLANTA BAJA | 19/3/2024 18:42 | Documento Adob... | 955 KB |
| 4 ELE-PRIMER PISO | 19/3/2024 18:50 | Documento Adob... | 954 KB |
| 5 ELE-SEGUNDO PISO | 19/3/2024 18:57 | Documento Adob... | 2.546 KB |
| 6 ELE-TERCER PISO | 19/3/2024 19:01 | Documento Adob... | 570 KB |
| B-01 SUBSUELO 2 | 5/3/2024 12:36 | DWG File | 1.502 KB |
| B-02 SUBSUELO 1 | 5/3/2024 12:36 | DWG File | 1.389 KB |
| B-03 PLANTA BAJA | 5/3/2024 12:36 | DWG File | 848 KB |
| B-04 PRIMER PISO | 5/3/2024 12:37 | DWG File | 893 KB |
| B-05 SEGUNDO PISO | 5/3/2024 12:37 | DWG File | 1.257 KB |
| B-06 TERCER PISO | 5/3/2024 12:37 | DWG File | 4.384 KB |
| B-07 TECHO | 5/3/2024 12:37 | DWG File | 6.483 KB |
| C-5 Alzados | 5/3/2024 13:01 | DWG File | 2.972 KB |
| C-02 SECCION B | 5/3/2024 12:55 | DWG File | 10.215 KB |
| CENTRO_ARTESANAL_SUCRE | 15/3/2024 17:52 | DWG File | 47.607 KB |
| ELE-SUBSUELO 001 | 19/3/2024 18:35 | Documento Adob... | 697 KB |
| ESQUEMA DE INSTALACION DE GAS | 19/3/2024 19:52 | Documento Adob... | 71 KB |

Figura 8 Base de datos (Planos Originales)

Fuente: Sicoes.com

Por tanto, haciendo una evaluación de la documentación con la que se arranca en este proyecto podemos observar un desorden de la información, como también planos incompletos de cada especialidad que tiene este proyecto.

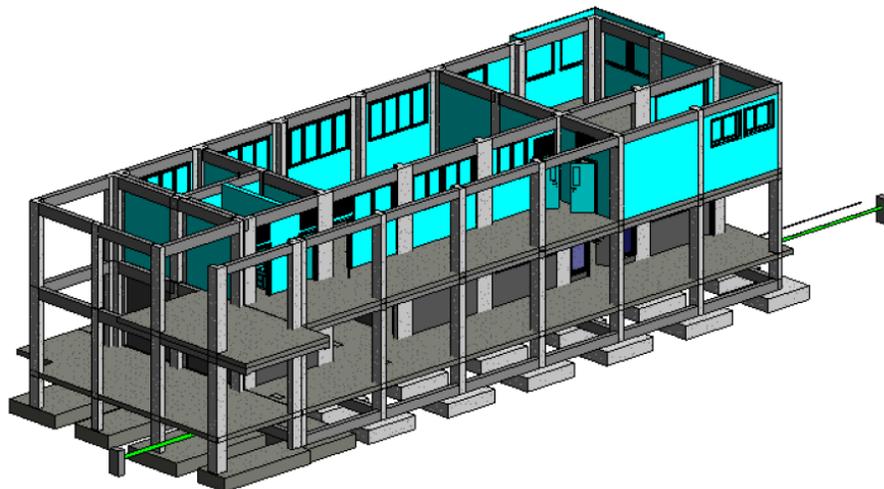
2.2.1. Posibles causas y factores de trabajar con documentación original del proyecto

Después de la revisión de la documentación obtenida del proyecto Centro Artesanal Chuquisaca – Sucre, podemos decir que trabajar con estos datos nos podría generar los siguientes problemas:

No se cuenta con planos de instalaciones de fontanería. Lo cual evidentemente se podría realizar en la misma metodología 2D que tiene el proyecto, pero el mismo seguramente no consideraría las interferencias que podría llegar a tener con otras especialidades.

2.2.2. Implementación BIM

Es por eso muy necesario la implementación de la metodología BIM para tener un solo modelo colaborativo que este no tenga divergencia entre una especialidad con la otra, ya que se podría decir que todas las demás especialidades nacen del modelado arquitectónico. Como se puede apreciar en la siguiente imagen:



*Figura 9 Modelado 3D con metodología BIM (REVIT)
Fuente de imagen: Elaboración Propia*

La metodología BIM, o Modelado de Información de Construcción, es un enfoque colaborativo y tecnológico que nos ayudara en el proceso de obtención de planos "As Built" para el proyecto de estudio.

Es por eso que analizaremos las ventajas de contar con un modelado 3D, para tener un solo modelo colaborativo que sea de mayor comprensión y evite futuros errores dentro la etapa de ejecución.

2.3. Identificación de impactos y consecuencias

Con las especialidades de Arquitectura, y Fontanería integradas en un solo modelo, para nuestro caso en el Revit, los mismos seran importados al software Naviswork, para poder realizar específicamente la revisión y coordinación del proyecto.

Con la ayuda de esta herramienta nos permitirá combinar y visualizar modelos de diferentes diciplinas en un solo entorno lo que facilito la detección de interferencias. Mismas que fueron analizadas para detectar su impacto y encontrar las soluciones adecuadas de manera colaborativa entre especialidades. Lo que genero reubicación y modificaciones en elementos que se veían comprometidos.

En resumen, el Navisworks nos ayudará para la corrección de interferencias, ya que nos permitirá la detección temprana y la resolución eficiente de conflictos entre diciplinas como ser en nuestro caso. Su capacidad para integrar y visualizar modelos de diferentes fuentes lo convierte en una herramienta poderosa para mejorar la coordinación y la calidad en la planificación y ejecución de proyectos de construcción.

CAPITULO III

3. PROPUESTA

3.1. Elaboración del proceso BIM

Para la elaboración y diseño de los procesos BIM en la presente monografía, se basa en los macroprocesos BIM desarrollados por David Moreno Barco en la Guía para implementar y gestionar proyectos BIM 2018, el autor muestra la secuencia e interacción entre los principales usos BIM del proyecto a lo largo de su ciclo de vida, permitiendo de esta forma que todos los lectores, entiendan claramente como sus procesos de trabajo interactúan con los procesos de otros participantes del proyecto.

Debido a que el presente documento se enfoca en las especialidades de arquitectura y estructura, el proceso BIM para el modelado de las especialidades se establece de la siguiente forma:

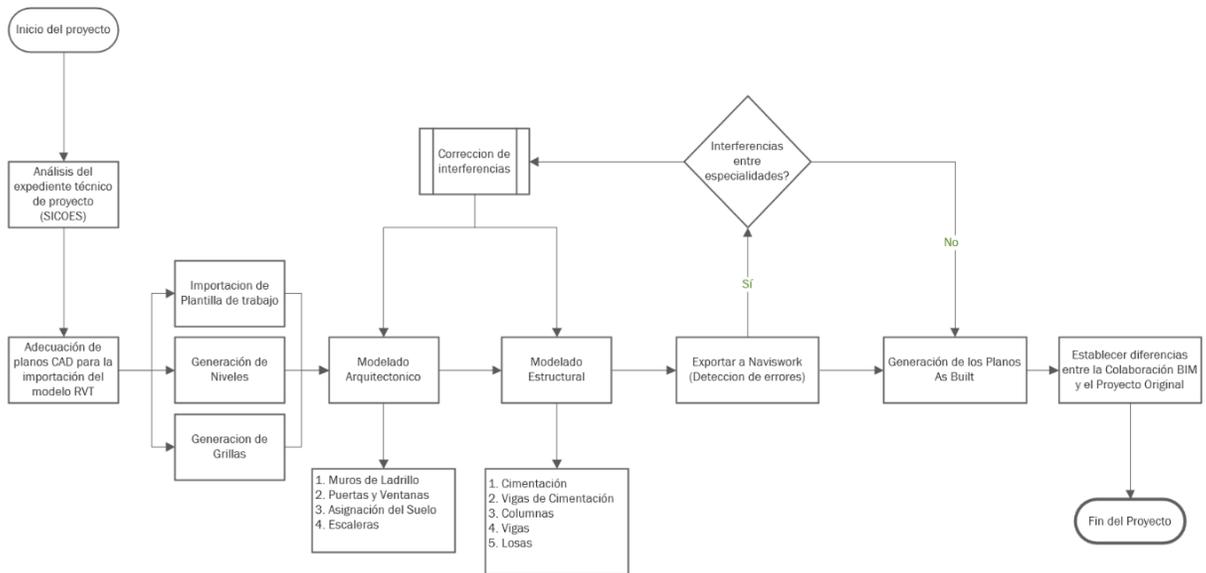


Figura 10 Macroproceso de implementación BIM

Fuente de imagen: Elaboración Propia

Como se puede apreciar, se establece la secuencia que se sigue para la realización del modelo, siendo el principal uso BIM, la colaboración en nuestro caso de las especialidades de arquitectura con estructuras, por medio de los cuales se

establecerán las principales diferencias entre el proyecto Original y el modelo BIM generado con el presente trabajo.

3.2. Modelado de las especialidades del proyecto con la metodología BIM

A continuación, se presenta la modelación de la disciplina de arquitectura, posteriormente se hizo la vinculación de la especialidad de estructuras, encontrándose conflictos e interferencias entre los diferentes elementos.

3.2.1. Modelado Arquitectónico

Para representar correctamente el proyecto, se procedió a generar plantillas en AutoCAD utilizando los planos Originales del proyectos, obtenidos de la plataforma del SICOES. Los mismos se montaron adecuadamente en las plantas y alzados en el programa Revit, se presenta a continuación como se ven en una vista 3D.

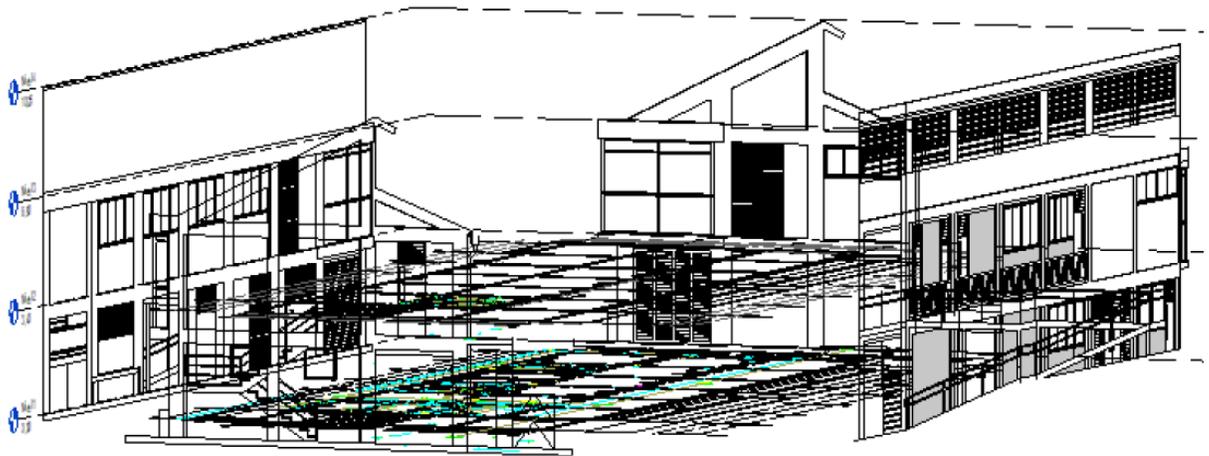


Figura 11 Modelado Arquitectónico Metodología BIM (REVIT)

Fuente de imagen: Elaboración Propia

El Revit permite en las plantillas de AutoCAD importada, apagar las diferentes capas, esto permite revisar detalladamente cada una de las disciplinas. En la fiira de AitoCAD de la planta baja se observan los detalles de arquitectura, dimensiones, puertas y ventanas, etc.

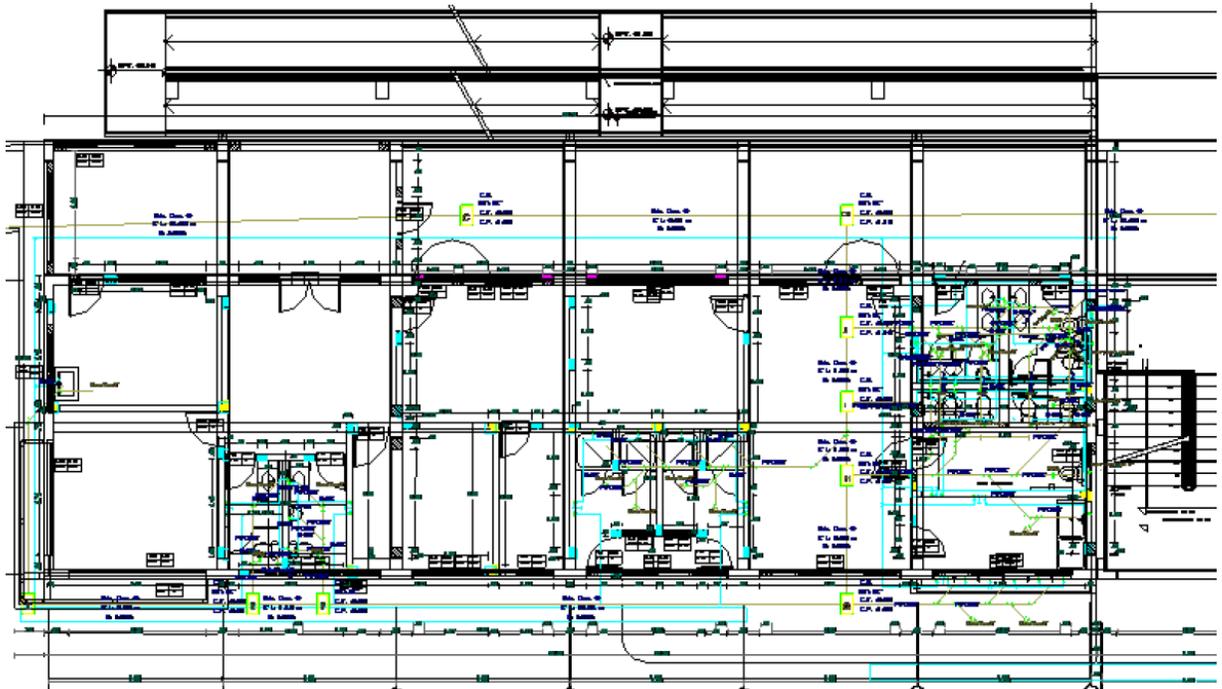


Figura 12 Modelado Arquitectónico 1er Nivel (REVIT)

Fuente de imagen: Elaboración Propia

Como se observa en la figura, se procedió a modelar y corregir el proyecto del Centro Artesanal Chuquisaca – Sucre. E primer paso se levantaron de manera conjunta la arquitectura y la estructura, ya que en este caso forman el armazón de toda la infraestructura, las paredes o muros de la planta baja son estructurales, construidos por bloques resistentes y unas armaduras de acero de refuerzo.

La razón de colocar los muros estructurales es debido a la existencia de niveles inferiores al de la planta baja, que funcionan como parqueo de vehículos.

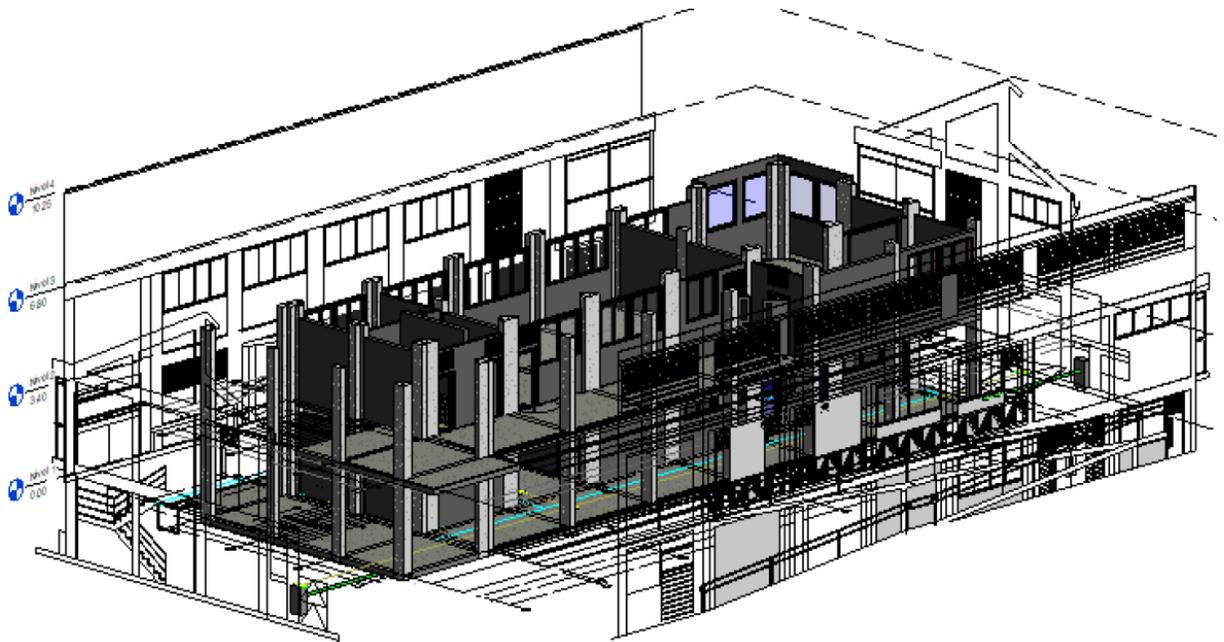


Figura 13 Modelado Arquitectónico muros puertas y ventanas (REVIT)

Fuente de imagen: Elaboración Propia

Para no hacer repetitivo la explicación, las demás plantas o niveles fueron modelados de la misma manera ya mencionada.

3.2.2. Modelado Estructural

El proyecto cuenta con elementos estructurales como ser zapatas, vigas de cimentación, muros de contención, columnas, vigas y losas. De las cuales se fueron modelando una por una, pero no ser tan repetitivo mostraremos algunas de ellas con su breve descripción de que es lo que se hizo.

3.2.2.1. Modelado de zapatas y vigas de cimentación de concreto armado

En el proyecto se cuenta con 6 tipos de zapatas, que varían en dimensiones pero todas mantienen un peralte estándar, donde la armadura de refuerzo está relacionada una entre otras.

En cuanto a las vigas de cimentación se cuenta con 7 tipos de vigas de cimentación, con dimensiones estándar de 0.30x0.50m 0.30x0.40m y con 0.25x0.50m. donde varían una de otra la disposición de armaduras que llevan.

A continuación, se muestra el modelado de ambos elementos mencionados:

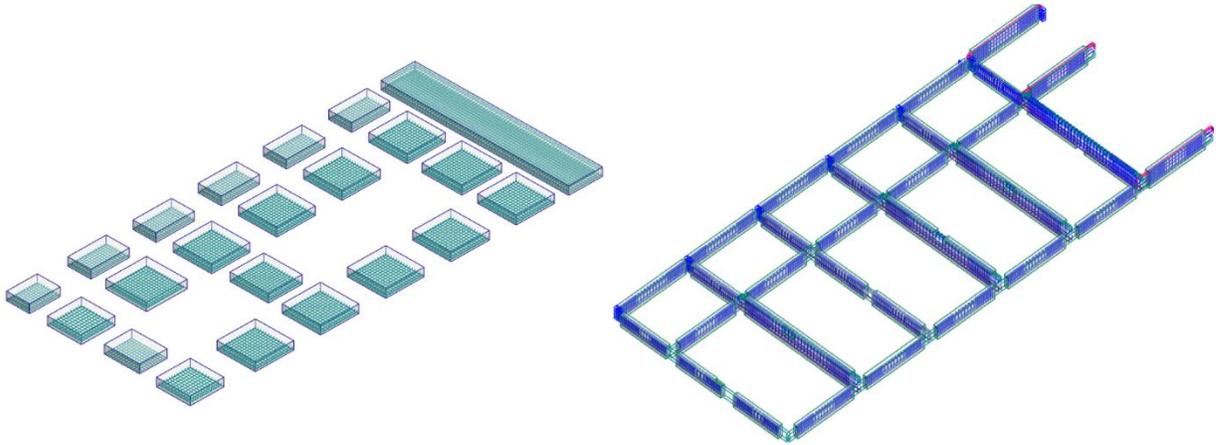


Figura 14 Modelado Estructural de Zapatas y Vigas de Cimentación (REVIT)

Fuente de imagen: Elaboración Propia

3.2.2.2. Modelado de Losas de concreto armado

El proyecto cuenta con losas de tipo aligeradas con un espesor de 35cm, con refuerzos longitudinales de $\frac{1}{2}$ " y $\frac{3}{8}$ " con su respectiva armadura por temperatura de $\frac{1}{4}$ ". También cuenta con lozas macizas de espesor 20cm y refuerzo longitudinal de $\frac{3}{8}$ "

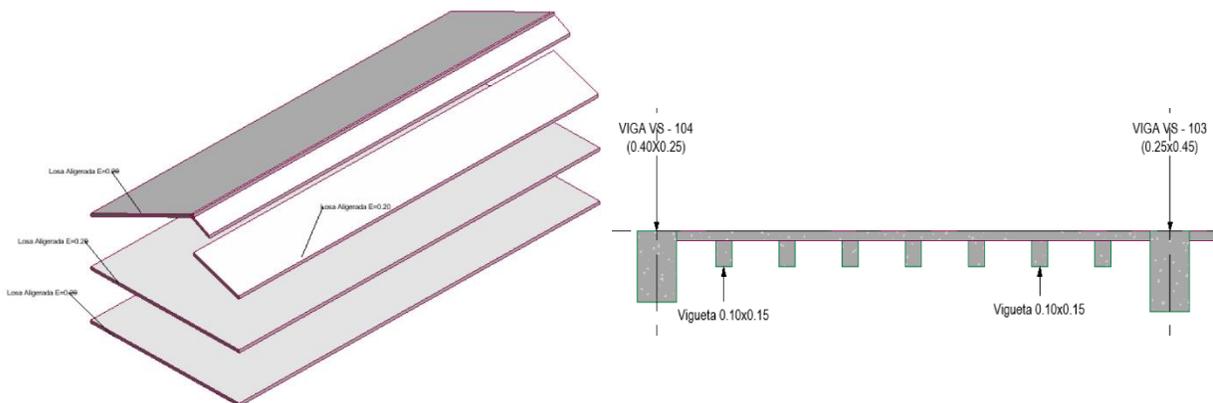


Figura 15 Modelado Estructural de Losas Aligeradas

Fuente de imagen: Elaboración Propia

3.2.3. Modelado Meep

En cuanto a las instalaciones sanitarias solo se analizará de la planta baja debido a la magnitud del proyecto, por tanto, se pudo apreciar que están adecuadamente distribuidas, lo que si llega a variar son las cantidades, pero al no ser un caso de estudio de nuestro presente trabajo solo haremos mención de ello.

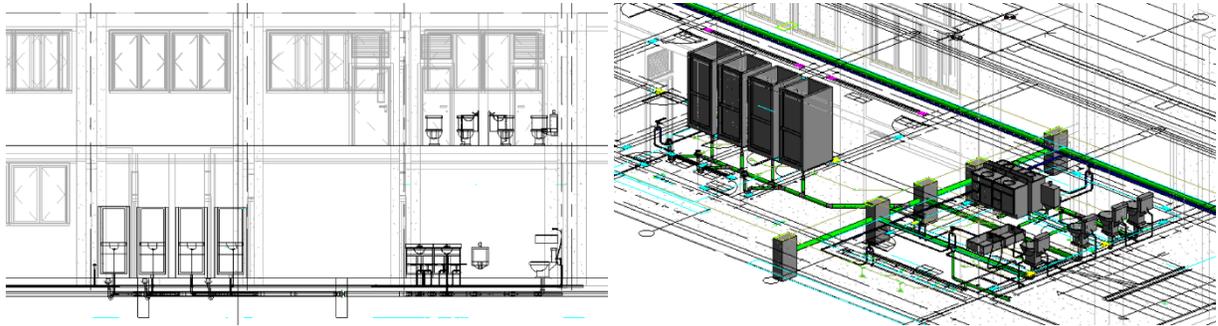


Figura 16 Modelado MEP Instalaciones Sanitarias Planta Baja (REVIT)

Fuente de imagen: Elaboración Propia

3.3. Detección de interferencias con NAVISWORK

La mayoría de las interferencias entre las especialidades de arquitectura y la estructura se debe a las dimensiones propuestas por las puertas y ventanas. No se esta tomando en cuenta los espesores de los marcos, ne los planos no se consideran las medidas comerciales que se tiene en el mercado.

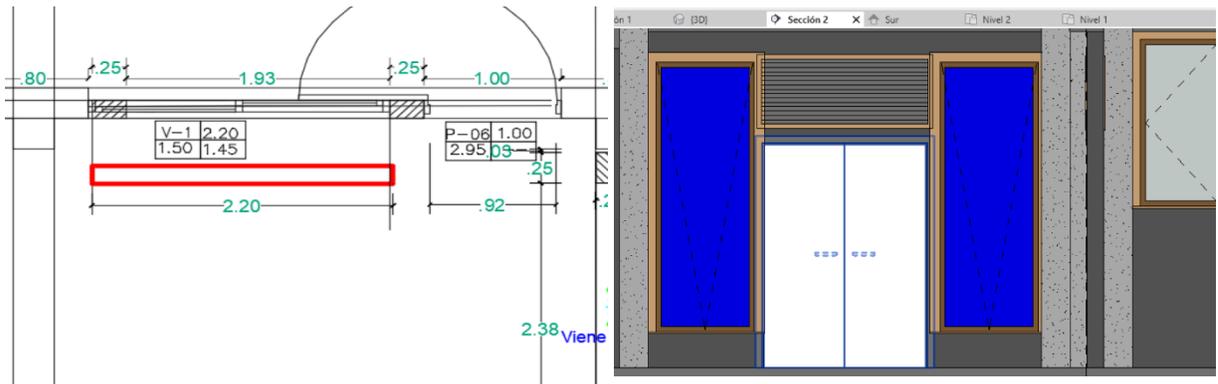


Figura 17 Detección de Interferencias Arquitectura Vs Estructuras (NAVISWORK)

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede apreciar los marcos de las puertas no entraban por tanto, se tuvo que hacer las modificaciones necesarias, como ser incrementar el ancho del pasillo para que también puedan entrar sin inconveniente las ventanas.

En cuanto a la interferencia entre especialidades de estructura y mep, como mencionamos nos enfocaremos solamente en el 1er nivel sector baño, donde podemos ver que la losa en ese nivel es aligerada en dos direcciones, por tanto, se tiene interferencia con las tuberías de desagüe y de agua potable. Considerando el comportamiento estructural de la losa ubicaremos el desagüe en el tercio central de la losa para así de esta manera no ocasionar daños, y también al tener la tubería de desagüe debajo de la losa del 1er nivel se colocara una cielo falso que ayude visualmente a ocultar esta y otras instalaciones.

A continuación, se presenta, una sección donde se observa la losa bidireccional y por debajo, la tubería de desagüe sanitario.

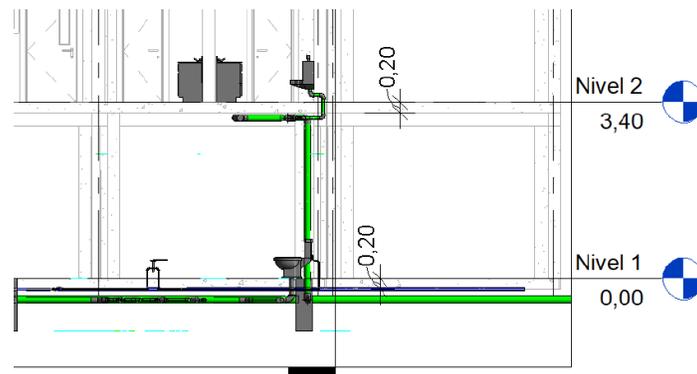


Figura 18 Solución de interferencias MEP Vs Estructuras

Fuente de imagen: Elaboración Propia

3.3.1. Impacto de la aplicación de la metodología BIM en el proyecto

En cuanto al tiempo y costo que ahorra detectar esta detección temprana de interferencias podemos ver que particularmente se tenía en las instalaciones sanitarias que se encontraron dos puntos solo en una batería de baños del primer nivel, el primero en el pasillo entre los ejes E y D se tienen 5 cámaras de control para aguas servidas en menos de 8.65m lineales, esto se puede reducir solo a 2 cámaras de

control haciendo uso de conexiones en yee a 45° al eje de la tubería, aparte que se debe considerar que esa parte del pasillo es una área con bastante circulación

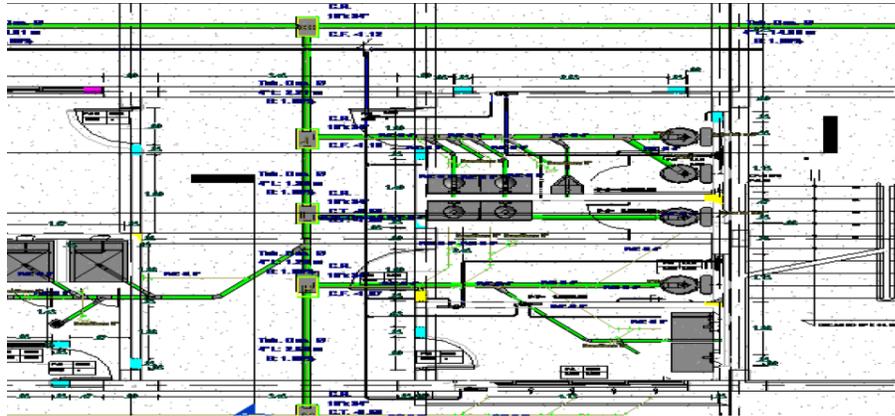


Figura 19 Detección de trabajo repetitivo en Cámaras de Control

Fuente de imagen: Elaboración Propia

3.4. Discusión de resultados

3.4.1. Planos a diseño final originales del proyecto

De acuerdo a la revisión de los planos a diseño final del Centro Artesanal Chuquisaca se puede evidenciar que el proyecto realizado por la institución publica correspondiente obvia por completo estas nuevas tecnologías de construcción como ser la implementación de la metodología BIM. Por lo cual se pudo evidenciar que se mantiene la tradicional metodología CAD 2D, del cual como pudimos ver al no trabajar de manera colaborativa entre especialidades en un solo modelo nos genera interferencia entre las mismas.

3.4.2. Implementación de la metodología BIM

En las figuras 17, 18 y 19 se evidencia la existencia de retrabajos o interferencia entre especialidades que se logró detectar con la metodología BIM, Como se puede constatar en cada una de las comparaciones realizadas entre especialidades (Arquitectura, Estructura y Instalaciones Sanitarias), existen variaciones considerables en la ejecución del proyecto con respecto al diseño original, lo que evidencia que, desde el planteamiento inicial del proyecto, no se logró definir su alcance total, que de

acuerdo con el *Project Management Institute*, definir el alcance implica desarrollar una descripción detallada del producto, situación que evidentemente no se logró en el proyecto original.

De igual manera, se indica que la gestión y elaboración del modelo BIM, obedece a los detalles de los planos CAD del proyecto original, no debiendo existir variaciones significativas al momento de obtener la información del modelo BIM, ya que de acuerdo con (Medina et al. 18) la metodología BIM para los proyectos de edificación aumentan la eficiencia en la estimación de metrados, no dando margen de error al momento de definir el alcance del proyecto.

Es importante indicar que, al tener un mejor alcance del proyecto, ayudaría a evitar que puedan originarse controversias y discrepancias en la ejecución del proyecto, como son ampliaciones de plazos y presupuestales, que lo único que originan es perjudicar al beneficiario del proyecto directamente, así como generar inconformidad y desconfianza entre los involucrados.

Por lo que, iniciar la implementación de la metodología BIM con objetivos sencillos y precisos como es la obtención de metrados a través de modelos integrados, es un primer gran paso, que deberíamos estar aplicando en nuestro país.

3.5. Conclusiones y recomendaciones

COCLUSIONES

En el desarrollo del primer objetivo específico, se puede concluir las ventajas o desventajas de gestionar un proyecto como el Centro Cultural Chuquisaca con metodologías tradicionales 2D, presenta más desventajas, los cuales van relación al uso de las tecnologías y la implementación de posesos, requiriéndose prever recursos del tipo de material, y recursos necesarios hasta en la obra de mano, que al tener diferentes especialidades al no tener un control unánime de todo el proyecto se viene generando información innecesaria y hasta confusa.

Con respecto al segundo objetivo específico, se concluye que es posible implementar la metodología BIM al proyecto "CENTRO ARTESANAL CHUQUISACA" el mismo, se

debe realizarse de manera progresiva, iniciando con objetivos BIM sencillos y precisos, como es la visualización 3D, vinculación de diseños, evaluación de interferencias y obtención de metrados.

La metodología BIM automatiza, simplifica y norma procesos que se deben utilizar en una edificación durante toda su vida, que abarcan el diseño, la construcción y el mantenimiento. El hecho de no utilizar estas herramientas y técnicas no significa que se deba dejar de realizar estos procesos, estos se realizan de manera tradicional con mayor horas hombre, en más tiempo y con menor calidad.

Finalmente, con respecto al objetivo general, se puede establecer que la implementación de la metodología BIM conlleva un impacto económico positivo, ya que los resultados obtenidos en la obtención de Planos As Built con la metodología BIM lo que según los expertos indica que se puede obtener hasta 18.53% de precisión con respecto a la obtención de los metrados de forma manual lo que influye directamente en los costos directos de la ejecución de la obra, ya que al tenerse metrados reales y precisos, la adquisición de materiales no tendrá altos márgenes de desperdicios, evitando la compra de productos que al final quedarán como saldos de obra.

Así mismo, al tener un alcance más preciso de la ingeniería del proyecto, genera confianza en la ejecución del proyecto para al contratista o ejecutor, que en el desarrollo del mismo evita posibles adicionales, ampliaciones de plazo o controversias, que derivan de una deficiencia en el costo del proyecto.

En general, con el uso de la metodología BIM se obtiene en los equipos de trabajo, mejor comunicación, menores interferencias, más capacidades de análisis de escenarios, menores horas hombre de trabajo, mayor versatilidad y rapidez. Esto es debido a que mucha de las actividades que antes las realiza un profesional las realizan los softwares de manera automática.

RECOMENDACIONES

Durante la ejecución de la construcción, se recomienda que se pueda realizar al proceso constructivo, que se puede evitar caer en errores que podrían generarse en el proceso de ejecución.

Se recomienda la difusión del uso de la metodología BIM en todos los procesos de construcción de obras públicas y privadas, ya que es posible revisar el proyecto antes de ser construido, lo que permite considerar situaciones previas antes de la ejecución, mejorando los niveles de productividad.

Para que una obra se realice en el tiempo deseado, a bajo costo y con la calidad deseada, es necesario que trabajen de manera conjunta del ejecutor, supervisor y financiador, si se dispone una adecuada comunicación y manejan la misma información, no se requiere que cada una de las partes disponga de un departamento de obra completa, se puede integrar un departamento entre las partes a fin de agilizar los procesos y disminuir los costos, si se aprovecha esta ventaja se puede armar una oficina en la obra que cuente con todas las herramientas y recursos necesarios para la implementación de la metodología BIM

REFERENCIA BIBLIOGRAFICAS (APA)

Aliaga, G (2012). Implementación y metodología para la elaboración de modelos BIM para su aplicación en proyectos industriales multidisciplinarios (Tesis de grado). Universidad de Chile. Santiago. Recuperado de: <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/112356>

Gonzales Marquez Ramon (2014). Introduccion a la metodologia BIM (Revista). Madrid. España.

S. Morales (2018). Evolución de la rentabilidad del uso de gestión BIM en la construcción de un bloque de viviendas de 10 pisos del distrito de San Martín de Porres – Lima, Lima: Universidad Nacional Federico Villaruel

A. Céspedes y C. Mamani (2016). Modelo de gestión de proyecto aplicando la Metodología Building Information Modeling (BIM) en la planta agroindustrial de Lurin, Lima: Universidad San Martín de Porres.

BIM Community (2020). BIM in the world. Recuperado de: <https://www.bimcommunity.com/news/load/269/bim-en-el-mundo>.

Ramos Z. Victor (2021). Beneficios de los modelos BIM aplicados a la construcción del instituto de medicina nuclear y tratamiento del cancer de la ciudad de el alto (Monografía) Universidad Mayor Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca. Recuperado: <http://bibliotecas.usfx.bo/cepi>

ANEXOS