



UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL

**Trabajo de Titulación Previo a la Obtención del Título de
MAGISTER EN GERENCIA DE PROYECTOS BIM**

Título del Trabajo de Titulación

**GESTIÓN BIM DEL CENTRO INTERCULTURAL MODULAR – ROL LÍDER
MEP**

Sebastián Alejandro Aguilar Guevara

Quito, octubre de 2023



DECLARACIÓN JURAMENTADA

Yo, SEBASTIÁN ALEJANDRO AGUILAR GUEVARA, con cédula de identidad # 1718752635, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado a calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual que correspondan relacionados a este trabajo, a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

.

D. M. Quito, octubre de 2023

Sebastián Alejandro Aguilar Guevara
Correo electrónico: sagaexit@gmail.com



DECLARATORIA

El presente trabajo de investigación titulado:

**“GESTIÓN BIM DEL CENTRO INTERCULTURAL MODULAR – ROL
LÍDER MEP”**

Realizado por:

SEBASTIÁN ALEJANDRO AGUILAR GUEVARA

como Requisito para la Obtención del Título de:

MAGISTER EN GERENCIA DE PROYECTOS BIM

ha sido dirigido por el profesor

LUIS ALBERTO SORIA NUÑEZ

quien considera que constituye un trabajo original de su autor

FIRMA



CENTRO INTERCULTURAL MODULAR APLICANDO METODOLOGÍA BIM

Por

Sebastián Alejandro Aguilar Guevara

Octubre 2023

Aprobado:

Primer Nombre, Inicial, Primer Apellido, Inicial, Tutor
Primer Nombre, Inicial, Primer Apellido, Inicial, Presidente del Tribunal
Primer Nombre, Inicial, Primer Apellido, Inicial, Miembro del Tribunal
Primer Nombre, Inicial, Primer Apellido, Inicial, Miembro del Tribunal

Aceptado y Firmado: _____ día, mes, año
Primer Nombre, Inicial, Primer Apellido, Inicial.

Aceptado y Firmado: _____ día, mes, año
Primer Nombre, Inicial, Primer Apellido, Inicial.

Aceptado y Firmado: _____ día, mes, año
Primer Nombre, Inicial, Primer Apellido, Inicial.

_____ día, mes, año

Primer Nombre, Inicial, Primer Apellido, Inicial.
Presidente(a) del Tribunal
Universidad Internacional SEK



Dedicatoria

El presente trabajo de titulación va dedicado a mi familia, quienes siguen siendo el eje principal en el desarrollo de mi formación como persona y profesional. Todo ese respaldo que me han brindado ha sido muy valioso para mi.



Agradecimiento

Primeramente agradezco a Dios por permitirme estudiar esta maestría, dándome el tiempo, los recursos y la salud para lograrlo. En segundo lugar quiero agradecer a mis padres, quienes siguen siendo esa fortaleza para lograr los objetivos de vida trazados, a mi hermano por ese apoyo incondicional y respaldo a lo largo de este año transcurrido. A mi novia quien me ha motivado a seguir a pesar de las dificultades que se presentaron en el camino. Y a todos mis compañeros de clase, en especial a mi grupo de trabajo, que me han mostrado respeto, compromiso, responsabilidad y esfuerzo para llegar a la meta.



Resumen

Los cambios de la metodología constructiva que se han presentado en los últimos años han llevado a que la construcción requiera el mejorar sus procesos constructivos y apegarse a las nuevas tecnologías tanto en la fase de planificación como en construcción y en operación y mantenimiento de las edificaciones, es por esto que, el presente proyecto plantea abordar el uso de elementos modulares como son los containers y plantear la construcción de un proyecto mixto comercial – cultural que por su estructura modular permita reducir los tiempos de construcción y utilizar materiales reciclables que brinden un aspecto de sostenibilidad al proyecto.

Palabras clave: Containers, construcción modular, sostenibilidad, metodología constructiva, cronograma.



Abstract

The changes in construction methodology occurred in recent years have led to the fact that construction requires improving its processes and perform new technologies in different phases like planning, construction, operation and maintenance of the developed buildings, For this reason, this project proposes to address the use of modular elements such as containers and propose the construction of a mixed commercial-cultural project that, due to its modular structure allows to reduce construction times and use recyclable materials that provide an aspect of sustainability to the project.

Keywords: Containers, modular construction, sustainability, construction methodology, schedule.

Tabla de Contenidos

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Capítulo 1: Introducción..... | 8 |
| 1.1 | Roles BIM..... | 10 |
| 1.1.1 | BIM Manager | 10 |
| 1.1.2 | BIM Coordinator | 11 |
| 1.1.3 | Líder Arquitectura | 11 |
| 1.1.4 | Líder MEP | 11 |
| 1.1.5 | Líder de sostenibilidad | 11 |
| 2 | Capítulo 2: Descripción del Proyecto..... | 12 |
| 2.1 | Introducción..... | 12 |
| 2.2 | Antecedentes..... | 13 |
| 2.3 | Descripción del proyecto | 16 |
| 2.4 | Objetivo general..... | 24 |
| 2.5 | Objetivos específicos | 24 |
| 3 | Capítulo 3: Metodología BIM..... | 25 |
| 3.1 | Qué es BIM..... | 25 |
| 3.2 | Funcionamiento del BIM..... | 26 |
| 3.2.1. | Common Data Environment (CDE) | 26 |
| 3.3 | Niveles o fases BIM..... | 27 |
| 3.3.1 | Nivel 0 BIM..... | 28 |
| 3.3.2 | Nivel 1 BIM..... | 28 |
| 3.3.3 | Nivel 2 BIM..... | 28 |
| 3.3.4 | Nivel 3 BIM..... | 28 |
| 3.4 | Niveles de desarrollo..... | 29 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 3.4.1 | LOD 100 - Conceptual | 29 |
| 3.4.2 | LOD 200 - Geometría..... | 30 |
| 3.4.3 | LOD 300 - Construcción | 31 |
| 3.4.4 | LOD 350 - Coordinación y colisiones..... | 31 |
| 3.4.5 | LOD 400 - Fabricación..... | 32 |
| 3.4.6 | LOD 500 - As Built | 33 |
| 3.4.7 | LOD 600..... | 34 |
| 3.5 | Marco Teórico Metodología BIM, Norma ISO 19650 | 35 |
| 3.6 | Fundamentos de la Norma ISO 19650..... | 39 |
| 3.7 | Importancia de la metodología BIM en la industria de la construcción | 42 |
| 3.8 | Importancia de la Implementación BIM en el Proyecto | 44 |
| 4 | Capítulo 4: EIR (EMPLOYER'S INFORMATION REQUIREMENT) | 45 |
| 5 | Capítulo 5: BEP (BIM EXECUTION PLAN) | 51 |
| 6 | Capítulo 6: Detalle de rol – Líder MEP | 56 |
| 6.1 | Perfil del Rol..... | 56 |
| 6.2 | Objetivos Rol..... | 56 |
| 6.3 | Actividades generales de un Líder MEP | 56 |
| 6.4 | Responsabilidades del Rol..... | 56 |
| 6.5 | Desarrollo del Rol..... | 57 |
| 6.5.1 | Funciones y deberes | 57 |
| 6.5.2 | Herramientas digitales | 57 |
| 6.5.3 | Vías de comunicación..... | 58 |
| 6.5.4 | Flujo de trabajo líder MEP | 58 |
| 6.5.5 | Investigación y análisis de paneles fotovoltaicos..... | 60 |

| | | |
|----------|--------------------------------------|-----------|
| 6.5.5.1 | Data base del proyecto..... | 60 |
| 6.5.5.2 | Modelo de Panel Fotovoltaico..... | 64 |
| 6.5.5.3 | Beneficios económicos..... | 66 |
| 6.5.5.4 | Conclusión..... | 66 |
| 6.5.6 | Inicio de diseños..... | 66 |
| 6.5.6.1 | Sistema Hidrosanitario..... | 67 |
| 6.5.6.2 | Sistema Pluvial..... | 68 |
| 6.5.6.3 | Sistema Eléctrico..... | 69 |
| 6.5.7 | Modelos auditados..... | 70 |
| 6.5.8 | Detección de colisiones..... | 71 |
| 6.5.8.1 | Informe de conflictos..... | 72 |
| 6.5.9 | Solución – Modelo certificado..... | 73 |
| 6.5.10 | Coste..... | 74 |
| 6.5.10.1 | Exportación del modelo a presto..... | 78 |
| 6.5.10.2 | Creación de rubros nuevos..... | 78 |
| 6.5.11 | Presupuestos finales..... | 78 |
| 6.5.6.3 | Sistema Eléctrico..... | 69 |
| 7 | Capítulo 7: Conclusiones..... | 81 |
| | BIBLIOGRAFÍA..... | 81 |

Lista de Tablas

| | |
|--|-----------|
| Tabla 1 – Coordenadas geográficas del proyecto..... | 15 |
| Tabla 2 – Áreas definidas en el proyecto..... | 17 |
| Tabla 3 – Cuadro de áreas del proyecto..... | 19 |
| Tabla 4 – Cargas equipos eléctricos..... | 22 |
| Tabla 5 – Cálculo de cantidad de paneles fotovoltaicos..... | 22 |
| Tabla 6 – Cargas equipos eléctricos..... | 61 |
| Tabla 7 – Características de paneles fotovoltaicos | 65 |
| Tabla 8 – Cálculo de cantidad de paneles fotovoltaicos..... | 65 |
| Tabla 9 – Cálculo de ahorro económico USD | 66 |

Lista de Figuras

| | |
|---|-----------|
| Figura 1. Container de 20 pies (13.81 m2)..... | 12 |
| Figura 2. Container de 40 pies (28.15 m2)..... | 13 |
| Figura 3. Ubicación del terreno donde se implantará el proyecto – Calderón, Quito, Ecuador | 14 |
| Figura 4. Implantación del terreno del proyecto..... | 15 |
| Figura 5. Ubicación áreas del Centro Intercultural Modular..... | 16 |
| Figura 6. Vista Noreste (Unidad Comercio)..... | 17 |
| Figura 7. Vista Suroeste (Unidad Intercultural) | 18 |
| Figura 8. Implantación del Centro Intercultural Modular | 19 |
| Figura 9. Modelo Base – Perspectiva Suroeste del proyecto | 20 |
| Figura 10. Modelo Base – Implantación Centro Intercultural Modular | 20 |
| Figura 11. Modelo Sostenible – Perspectiva Suroeste proyecto | 23 |
| Figura 12. Modelo Sostenible –Implantación del proyecto | 23 |
| Figura 13. Ciclo de la metodología BIM..... | 26 |
| Figura 14. Ciclo de la metodología BIM..... | 27 |
| Figura 15. Niveles de implementación de la metodología BIM | 27 |
| Figura 16. Representación modelo LOD 000 - 2D..... | 29 |
| Figura 17. Representación modelo LOD 100 | 30 |
| Figura 18. Representación modelo LOD 200 | 31 |
| Figura 19. Representación modelo LOD 300 | 31 |

| | |
|---|-----------|
| Figura 20. Interferencia de una zapata de hormigón con una caja de revisión..... | 32 |
| Figura 21. Representación modelo LOD 400 | 33 |
| Figura 22. Representación modelo LOD 500 | 34 |
| Figura 23. Representación modelo LOD 600 | 34 |
| Figura 24. Volúmenes ISO 19650..... | 37 |
| Figura 25. Infografía ISO 19650 | 37 |
| Figura 26. Representación proyecto con metodología BIM | 38 |
| Figura 27. Entorno Común de Datos..... | 59 |
| Figura 28. Flujo de trabajo líder MEP | 60 |
| Figura 29. Ubicación del archivo base..... | 61 |
| Figura 30. Ubicación Geográfica del Proyecto | 62 |
| Figura 31. Producción de energía mes de Junio. | 63 |
| Figura 32. Producción de energía mes de Diciembre..... | 63 |
| Figura 33. Modelo de Panel Fotovoltaico | 65 |
| Figura 34. Red de tuberías de agua potable..... | 67 |
| Figura 35. Red de tuberías de desagües..... | 68 |
| Figura 36. Bajantes de aguas lluvias..... | 69 |
| Figura 37. Sistemas de luminarias | 70 |
| Figura 38. Porcentaje aprobado del modelo | 71 |
| Figura 39. Archivo arquitectónico e hidrosanitario | 72 |
| Figura 40. Conflicto No. 157 | 72 |

| | |
|--|-----------|
| Figura 41. Informe de conflicto | 73 |
| Figura 42. Solución de conflicto | 74 |
| Figura 43. Precios Cámara de la Construcción de Ecuador | 75 |
| Figura 44. Flujo de trabajo para el Coste | 76 |
| Figura 45. Volumetrías y precios del sistema hidrosanitario y aguas lluvias | 77 |
| Figura 46. Volumetrías y precios del sistema eléctrico | 77 |
| Figura 47. Desglocede un rubro | 78 |
| Figura 48. Presupuesto final del sistema hidrosanitario y de aguas lluvias..... | 79 |
| Figura 49. Presupuesto final del sistema eléctrico..... | 79 |

Capítulo 1: Introducción

En los últimos años en Latinoamérica, el sector de la construcción utiliza para el análisis, gestión y seguimiento de sus proyectos, varias herramientas tecnológicas, entre las que se encuentra la metodología BIM (Building Information Modeling) y metodología PMI (Project Management Institute), estas metodologías o herramientas han proporcionado una serie de beneficios significativos para el desarrollo y ejecución de proyectos. Estas herramientas permiten mejorar la eficiencia, la calidad y la colaboración en todas las etapas del ciclo de vida de la construcción, desde la planificación y el diseño hasta la construcción y la operación de los bienes construidos.

La metodología BIM utiliza modelos tridimensionales inteligentes para representar el diseño, la construcción y las operaciones de un proyecto; proporciona una plataforma centralizada para la colaboración entre los diferentes actores (stakeholders) involucrados en los proyectos, como arquitectos, ingenieros, contratistas y propietarios. Algunos beneficios de la aplicación de la metodología BIM en el sector de la construcción son:

1. **Diseño y visualización:** La metodología BIM permite crear modelos tridimensionales detallados que facilitan la comprensión del diseño por parte de todos los interesados, esto ayuda a minimizar errores y conflictos durante la etapa de diseño, lo que a su vez reduce los costos y los re-trabajos en la etapa de construcción.
2. **Coordinación y detección de conflictos:** Al integrar los modelos de diferentes disciplinas, como arquitectura, estructuras y MEP, la metodología BIM ayuda a identificar y resolver conflictos de diseño antes de que ocurran en la construcción física, esto mejora la eficiencia (menores tiempos de desarrollo) y reduce los problemas durante la ejecución del proyecto.

3. **Programación y planificación:** Las herramientas con las que se cuenta en la metodología BIM, permiten realizar una programación virtual del proyecto, lo que ayuda a identificar posibles retrasos o superposiciones de actividades a lo largo del tiempo de ejecución de la obra. Esto permite optimizar la secuencia de trabajo y mejorar la gestión del cronograma, lo que repercute en ahorros económicos.
4. **Estimación de costos y control:** Mediante las herramientas de la metodología BIM se generan estimaciones de costos más precisas al vincular los elementos del modelo con los precios de los materiales y la mano de obra en tiempo real. Además, durante la construcción, se facilita el seguimiento y el control de los costos mediante la comparación entre el avance real y el planificado de la obra.

Por otro lado, la metodología del PMI se enfoca en la gestión de proyectos, esta metodología es reconocida a nivel internacional por lo que se ha comprobado que proporciona un enfoque estructurado para la planificación, ejecución, seguimiento y control de proyectos. Algunos beneficios del PMI en el sector de la construcción son:

1. **Gestión del alcance:** El PMI ayuda a definir claramente el alcance del proyecto, estableciendo objetivos y entregables específicos. Esto permite evitar cambios no autorizados y mantener el proyecto dentro de los límites establecidos.
2. **Gestión del tiempo:** El PMI utiliza técnicas de programación y planificación, como el diagrama de Gantt, para establecer cronogramas realistas y realizar un seguimiento del progreso del proyecto. Esto ayuda a evitar retrasos y a cumplir con los plazos establecidos.
3. **Gestión de costos:** El PMI proporciona herramientas y técnicas para estimar y controlar los costos del proyecto, permite desarrollar presupuestos detallados,

realizar seguimiento de los gastos y gestionar eficientemente los recursos financieros disponibles.

4. Gestión de riesgos: El PMI fomenta la identificación temprana de riesgos y la implementación de estrategias para mitigarlos, esto ayuda a reducir la probabilidad de problemas y a manejar eficazmente los riesgos que se presenten durante la ejecución del proyecto.

Al combinar las fortalezas de la metodología BIM y la metodología del PMI, las empresas del sector de la construcción pueden lograr una gestión más eficiente de los proyectos, reducir los costos, mejorar la calidad y aumentar la satisfacción del cliente. La integración de estas herramientas permite una colaboración más estrecha entre los equipos de diseño y construcción, facilitando la toma de decisiones informadas y la entrega exitosa de proyectos en tiempo y forma.

1.1 Roles BIM

Para el desarrollo del presente proyecto se cuenta con la participación de 5 profesionales de distintas ramas de la ingeniería y arquitectura, estos colaboradores desarrollarán diferentes roles dentro del entorno BIM, estas funciones específicas garantizan el éxito de un proyecto.

A continuación, se presentan breves descripciones de los roles en el contexto de BIM aplicables en el presente proyecto:

1.1.1 BIM Manager: Es responsable de coordinar y supervisar la implementación del proceso BIM en un proyecto. Este rol se encarga de establecer los estándares BIM, capacitar al equipo, coordinar la colaboración entre los diferentes participantes y asegurarse de que se cumplan los objetivos y las entregas en BIM.

1.1.2 BIM Coordinator: Se encarga de gestionar la coordinación entre las diferentes disciplinas y equipos de diseño y construcción involucrados en el proyecto. Su objetivo principal es identificar y resolver posibles conflictos o incompatibilidades en los modelos BIM, asegurando la integración y la coherencia en el diseño.

1.1.3 Líder Arquitectura: Es responsable de crear y desarrollar los modelos tridimensionales en el entorno BIM referente al área de arquitectura, utiliza software especializado para generar elementos constructivos virtuales con información detallada, como geometría, propiedades físicas y datos específicos del proyecto.

1.1.4 Líder MEP: Se enfoca en el diseño y la integración de sistemas específicos, como sistemas hidrosanitarios y eléctricos, su función es garantizar que los sistemas estén correctamente modelados y coordinados, cumpliendo con los estándares y requisitos del proyecto.

1.1.5 Líder de sostenibilidad: Este rol se enfoca en el desarrollo del estudio de sostenibilidad del proyecto, está inmerso en la ubicación geoespacial del proyecto (soleación), realiza comparativas de eficiencia de iluminación, determina parámetros bajo normativa nacional para poder conocer el grado de sustentabilidad del proyecto.

Capítulo 2: Descripción del Proyecto

3.1 Introducción. -

El proyecto se plantea en base al módulo que se genera por contenedores marítimos, para desarrollar un proyecto mixto: que se clasifica comercial y cultural ya que por su estructura modular nos permite el beneficio en el tiempo de construcción. Por otra parte, plantea aspectos importantes referentes a la sostenibilidad ambiental, al permitir la reutilización de estos elementos metálicos que caso contrario se convertirían en chatarra. Los contenedores que vamos a utilizar son de 20 pies con un área de 13.806 metros cuadrados (largo interno 5.90 m, ancho interno 2.34m, altura interna 2.40m) área interna a utilizarse. Con un volumen interno de 33.13 metros cúbicos.

Figura 1. Container de 20 pies (13.81 m²).

20 pies estándar (dry cargo) 20'x8'x6'



| MEDIDAS | EXTERNA | | INTERNA | | PUERTA ABIERTA | |
|---------|---------|------|---------|-------|----------------|------|
| | Metros | Pies | Metros | Pies | Metros | Pies |
| LARGO | 6.05 | 20' | 5.90 | 19'4" | | |
| ANCHO | 2.43 | 8' | 2.34 | 7'8" | 2.33 | 7'8" |
| ALTO | 2.59 | 8'6" | 2.40 | 8'6" | 2.29 | 7'6" |

Fuente: Customs-union-services

<https://customs-union.com.ar/datos.html>

Y contenedores de 40 pies con un área de 28.15 metros cuadrados (largo interno 12.03 m, ancho interno 2.34m, altura interna 2.40m) área interna a utilizarse. Con un volumen interno de 67.56 metros cúbicos.

Figura 2. Container de 40 pies (28.15 m2).

40 pies high cube standard (dry cargo) 40'x8'x9'6"



| MEDIDAS | EXTERNA | | INTERNA | | PUERTA ABIERTA | |
|---------|---------|-------|---------|-------|----------------|------|
| | Metros | Pies | Metros | Pies | Metros | Pies |
| LARGO | 12.19 | 40' | 12.03 | 39'6" | | |
| ANCHO | 2.43 | 8' | 2.34 | 7'8" | 2.33 | 7'8" |
| ALTO | 2.89 | 8'11" | 2.59 | 8'6" | 2.29 | 7'6" |

Fuente: Customs-union-services
<https://customs-union.com.ar/datos.html>

3.2 Antecedentes. -

El terreno para el Centro Intercultural Modular se encuentra ubicado en la ciudad de Quito, parroquia Calderón, barrio La Eloisa, predio 376491, con un área de 4.269,22 m2, en la Av. Simón Bolívar y Av. Panamericana, el ingreso y salida vehicular / peatonal es por la Av. Simón Bolívar.

Figura 3. Ubicación del terreno donde se implantará el proyecto – Calderón, Quito, Ecuador



Fuente: maps.google (<https://maps.google.com>)
Elaboración propia

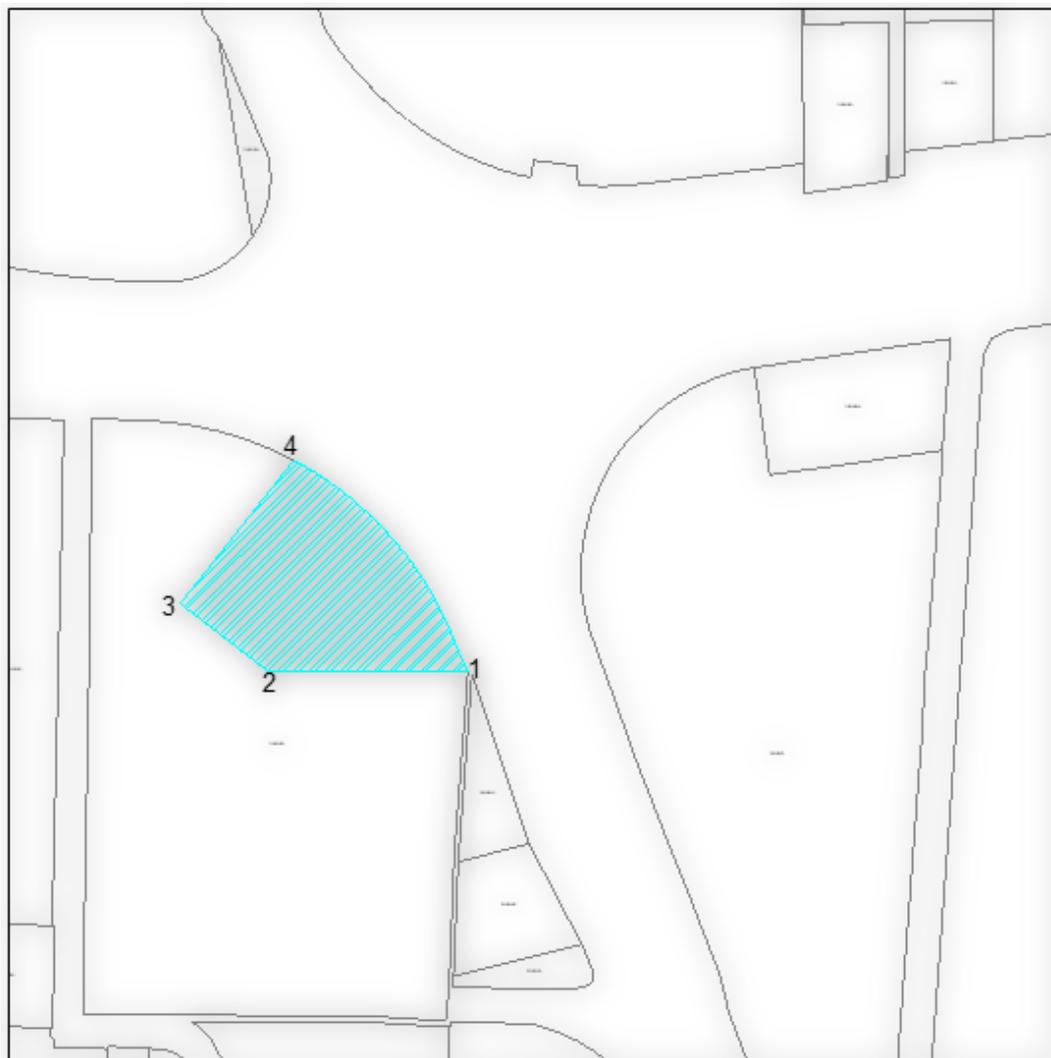
Las coordenadas del terreno son las siguientes:

Tabla 1 – Coordenadas geográficas del proyecto.

| LADO | | DISTANCIA | FV | COORDENADAS | |
|---|----|-----------|----------|--------------|-------------|
| EST | PV | | | N-y | E-x |
| 1 | 2 | 12.46 | 2 | 9987786.6227 | 504588.1940 |
| 2 | 3 | 27.13 | 3 | 9987810.1142 | 504558.1139 |
| 3 | 4 | 11.52 | 4 | 9987859.7155 | 504596.9201 |
| 4 | 1 | 27.00 | 1 | 9987786.6227 | 504656.6205 |
| ÁREA LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO = 4.269,22 M2 | | | | | |

Fuente: Elaboración propia

Figura 4. Implantación del terreno del proyecto.



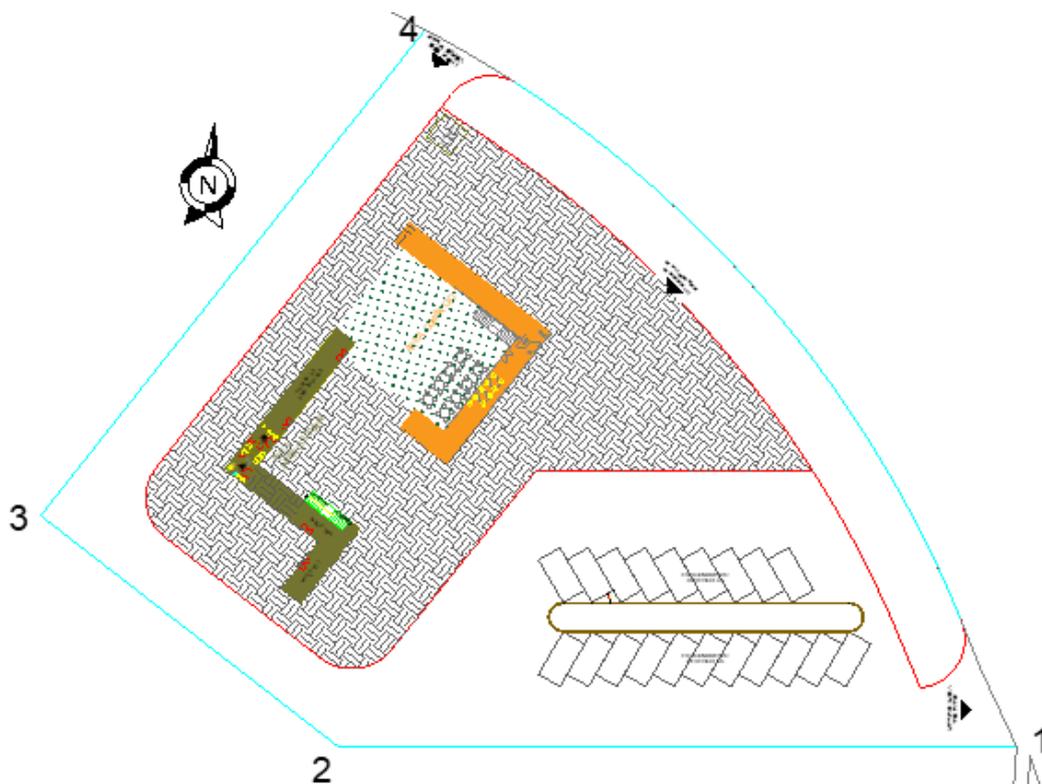
Fuente: Elaboración propia

3.3 Descripción del proyecto. -

El Centro Intercultural Modular (CIM) está constituido de 5 contenedores metálicos eco-eficientes de 40 pies (28,15m²) y 4 contenedores de 20 pies (13,806m²), se interactúa las funciones en dos niveles, dando un área total de 266,03 m². Los contenedores marítimos de 20 y 40 pies por su diseño estructural pueden resistir su colocación apilados entre 2 niveles.

El proyecto CIM se encuentra establecido con una unidad comercial y una unidad Intercultural:

Figura 5. Ubicación áreas del Centro Intercultural Modular.



Fuente: Elaboración propia

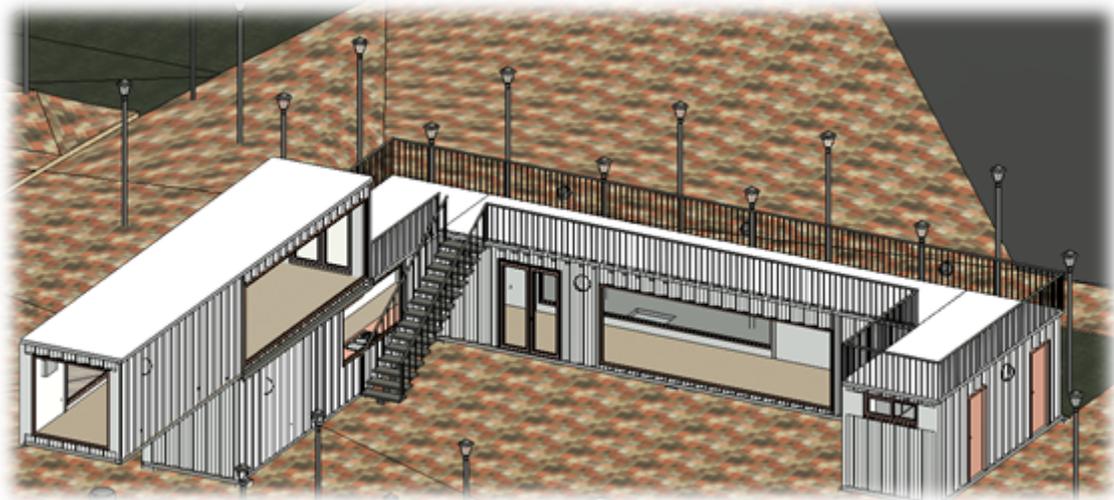
Tabla 2 – Áreas definidas en el proyecto.

| |
|--------------------|
| ÁREA DE COMERCIO |
| ÁREA INTERCULTURAL |

Fuente: Elaboración propia

En la unidad de comercio se ubica al norte del terreno, en el ingreso del CIM, está desarrollado en 2 plantas: planta baja se encuentra el restaurante con su comedor interior, baterías sanitarias y en la segunda planta se encuentra un segundo comedor interior con un área exterior, en el cual se consigue un mirador espectacular.

Figura 6. Vista Noreste (Unidad Comercio)



Fuente: Elaboración propia

En la unidad Intercultural se ubica al sur del terreno, cerca de los estacionamientos, está desarrollado en 2 plantas: planta baja se encuentra el Centro de Exposiciones, baterías sanitarias, Ludoteca y Biblioteca y en una segunda planta se encuentra el Teatro con un área exterior.

Figura 7. Vista Suroeste (Unidad Intercultural)

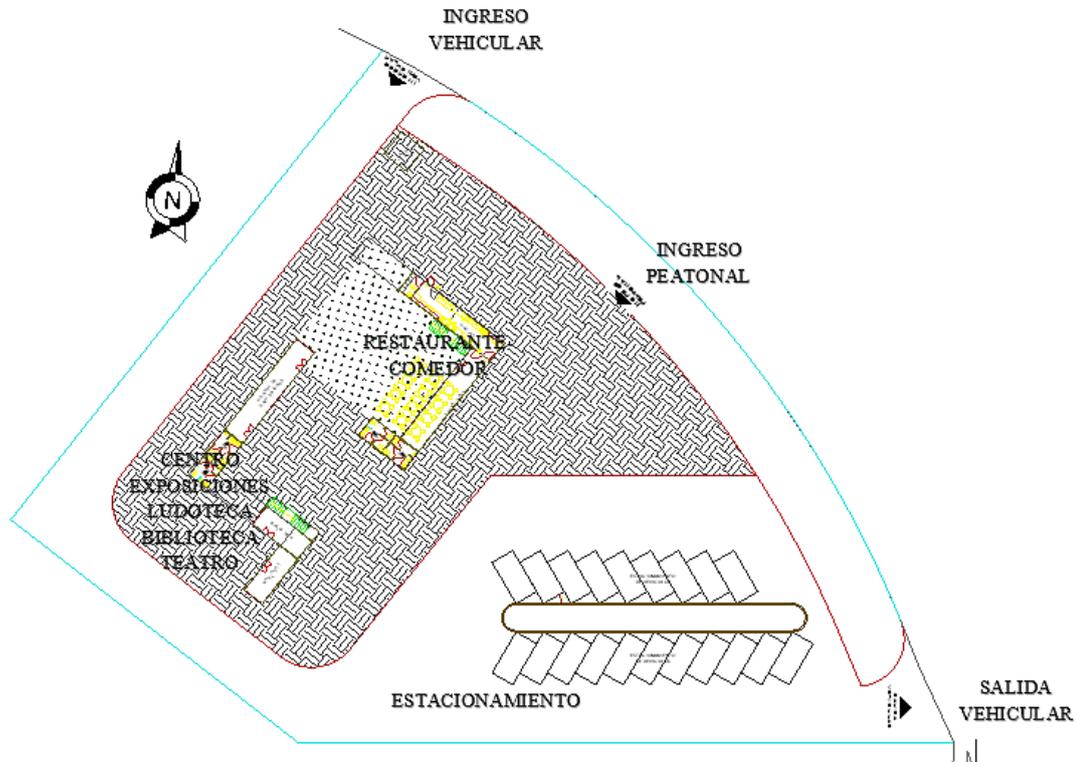


Fuente: Elaboración propia

Dentro de la ejecución del proyecto Centro Intercultural Modular hemos implementado el desarrollo BIM para lo cual tenemos realizado dos etapas, la primera nuestro MODELO BASE donde mostramos la distribución e interconexión de las unidades de comercio como la interculturalidad, con sus ingresos, espacios recreacionales, espacios verdes y área de estacionamiento, luego se analiza la implementación de Sostenibilidad dentro de este estudio.

El Modelo Base se encuentra distribuido de la siguiente manera:

Figura 8. Implantación del Centro Intercultural Modular



Fuente: Elaboración propia

Las áreas del Centro Intercultural son las siguientes:

Tabla 3 – Cuadro de áreas del proyecto.

| AREAS DE ESPACIOS | | |
|-------------------|------------------------|---------------|
| No | Descripción | m2 |
| 1 | Cocina | 25.96 |
| 2 | Vestidores | 3.66 |
| 3 | Comedor PB | 29.62 |
| 4 | S.S.H.H. | 14.70 |
| 5 | Comedor PA | 29.62 |
| 6 | Comedor Exterior PA | 59.13 |
| 7 | Centro de Exposiciones | 29.62 |
| 8 | Biblioteca | 14.70 |
| 9 | Ludoteca | 14.70 |
| 10 | S.S.H.H. | 14.70 |
| 11 | Teatro | 29.62 |
| | TOTAL | 266.03 |

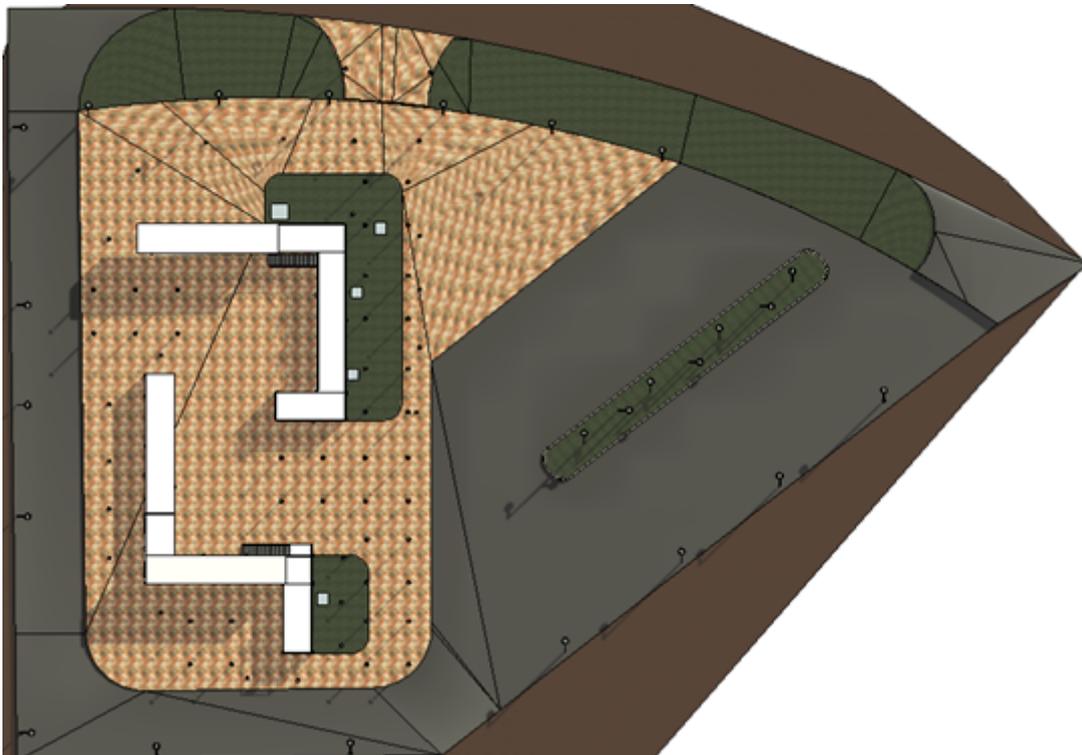
Fuente: Elaboración propia

Figura 9. Modelo Base – Perspectiva Suroeste del proyecto



Fuente: Elaboración propia

Figura 10. Modelo Base – Implantación Centro Intercultural Modular



Fuente: Elaboración propia

Una vez el MODELO BASE desarrollado, se realizan los estudios de sostenibilidad requeridos. El resultado de estos estudios sugiere estrategias para mejoras que se implementan en el MODELO SOSTENIBLE.

El modelo sostenible, cuenta con protecciones solares repartidas en el proyecto según los requerimientos puntuales de los usos del mismo. Cuenta igualmente con una propuesta de materialidad para mejorar la acústica y térmico interior del contenedor del Teatro.

Se implementará adicionalmente la utilización de biodigestores (2 tanques de 4000 litros tipo Plastigama) como tratamiento primario de las aguas servidas del proyecto que se destinarán al alcantarillado de la ciudad, el caudal que se calcula para obtener los 2 tanques de 4000 litros viene de un estudio previo realizado en el que se ha tomado en cuenta la cantidad de gente que puede llegar a utilizar el inmueble, considerando que el 80% de las aguas de dotación diaria serán aguas negras o grises, también se considera un segundo biodigestor por temas de operación y mantenimiento, con esta duplicidad de equipos se tendrá siempre en funcionamiento uno de ellos sin que esto afecte al normal funcionamiento del proyecto.

El modelo sostenible cuenta también con la instalación de paneles fotovoltaicos, su objetivo es reducir el gasto energético proveniente de la red local, misma que será la principal alimentación de energía eléctrica de la unidad. Para establecer la cantidad de paneles fotovoltaicos se realizó un levantamiento de información donde se consideró todos los equipos eléctricos que se utilizarán en el proyecto.

Tabla 4 – Cargas equipos eléctricos.

| DSISD CONTAINER PROJECT | | CARGAS ELÉCTRICAS DEL PROYECTO | | | | | | | |
|-----------------------------------|----------|---|---------------|----------------------------------|------------------------------------|------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| CENTRO CULTURAL MODULAR | |  | | | | | | | |
| EQUIPOS ELECTRICOS | CANTIDAD | CONSUMO (Wh) | CONSUMO (KWh) | HORAS APROXIMADAS DIARIAS DE USO | HORAS APROXIMADAS MENSUALES DE USO | TOTAL DIARIO (W) | TOTAL DIARIO (KW) | TOTAL MENSUAL (W) | TOTAL MENSUAL (KW) |
| Luminarias LED | 72 | 9 | 0,009 | 7 | 112 | 4536 | 4,536 | 72576 | 72,576 |
| Tomacorrientes 110V | 54 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Tomacorrientes 220V | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Tv | 2 | 140 | 0,14 | 8 | 128 | 2240 | 2,24 | 35840 | 35,84 |
| Computadora | 2 | 200 | 0,2 | 14 | 224 | 5600 | 5,6 | 89600 | 89,6 |
| Licuadaora | 2 | 700 | 0,7 | 0,25 | 4 | 350 | 0,35 | 5600 | 5,6 |
| Refrigeradora | 1 | 500 | 0,5 | 18 | 288 | 9000 | 9 | 144000 | 144 |
| Congelador | 1 | 700 | 0,7 | 18 | 288 | 12600 | 12,6 | 201600 | 201,6 |
| Procesador de alimentos | 2 | 450 | 0,45 | 0,25 | 4 | 225 | 0,225 | 3600 | 3,6 |
| Batidora | 2 | 300 | 0,3 | 0,25 | 4 | 150 | 0,15 | 2400 | 2,4 |
| Horno | 1 | 800 | 0,8 | 2 | 32 | 1600 | 1,6 | 25600 | 25,6 |
| Extractor tipo hongo motor 1.5hp | 1 | 1120 | 1,12 | 12 | 192 | 13440 | 13,44 | 215040 | 215,04 |
| Celulares | 5 | 20 | 0,02 | 8 | 128 | 800 | 0,8 | 12800 | 12,8 |
| Secador automático de manos | 2 | 3 | 0,003 | 0,25 | 4 | 1,5 | 0,0015 | 24 | 0,024 |
| Bomba para sistema hidráulico 2hp | 1 | 1500 | 1,5 | 1 | 16 | 1500 | 1,5 | 24000 | 24 |
| | | | | | | 52042,5 | 52,0425 | 832680 | 832,68 |
| | | | | | | W | KWh | W | KWh |

Fuente: Elaboración propia

Adicional a ello investigamos las Horas Sol Pico de la región mediante el Sistema de Información Geográfica Fotovoltáica y analizamos el panel con mayor entrega de potencia, dándonos como resultado la cantidad de veinte paneles solares a utilizarse.

Tabla 5 – Cálculo de cantidad de paneles fotovoltaicos.

| CÁLCULOS DE CANTIDAD DE PANELES FOTOVOLTÁICOS | | |
|---|--------------------|---|
| POTENCIA PANEL (W): | 348 | NOCT (temperatura de operación nominal de la célula) |
| HSP (h): | 4 | Horas aprovechables diarias (donde el panel recibe mas radiación solar) |
| ENERGÍA DEL PANEL (Wh) = | 1392 | - |
| ENERGÍA DEL PANEL (KWh) = | 1,392 | Generación diaria de energía |
| | 41,76 | Generación mensual de energía |
| NÚMERO DE PANELES = | 19,93965517 | Cantidad de paneles fotovoltaicos a utilizarse en el proyecto |

Fuente: Elaboración propia

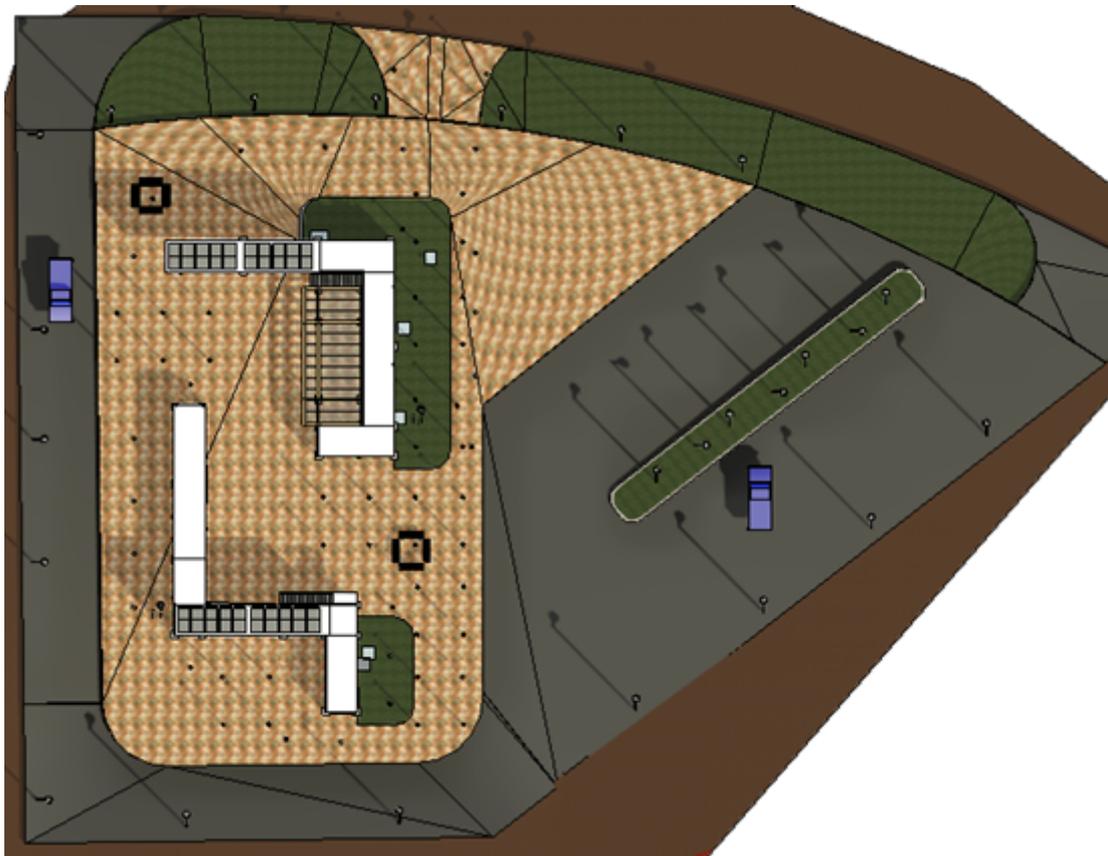
A este modelo se le realizará el cálculo de eficiencia energética con el fin de verificar la incidencia de los elementos de sostenibilidad implementados.

Figura 11. Modelo Sostenible – Perspectiva Suroeste proyecto



Fuente: Elaboración propia

Figura 12. Modelo Sostenible –Implantación del proyecto



Fuente: Elaboración propia

3.4 Objetivo general

Desarrollar mediante metodología BIM, un proyecto cuyo esquema constructivo plantea el uso de sistemas modulares a través de la reutilización de contenedores marítimos, acortando tiempos de construcción, manteniendo la calidad del producto y buscando la mejor relación costo/beneficio.

3.5 Objetivos específicos

- Elaborar modelos de las diferentes disciplinas que requiere el proyecto a través de software de modelado para obtener un modelo federado sin interferencias.
- Elaborar un modelo base y un modelo con aplicación de criterios de sostenibilidad para realizar análisis de comparativas entre ellos.
- Obtener volúmenes de obra de los modelos desarrollados por medio de los softwares de modelado para obtener el cronograma (4D) y presupuesto (5D) de la obra.
- Obtener comparativas del proyecto respecto a cronograma y presupuesto para el análisis y toma de decisiones gerenciales.

Capítulo 3: Metodología BIM

4.1 Qué es BIM:

Hace aproximadamente 70 años ha existido el concepto BIM, el pionero fue Phil Bernstein y tiempo después Jerry Laiserin, quien hizo eco de este concepto. En el año de 1987 la empresa Graphisoft a través de su software ArchiCAD realizó la primera implementación BIM.

Building Information Modelling en su abreviatura BIM es el máximo concepto actual usado en la industria de la construcción. Aunque esta metodología existe desde hace más de diez años sigue generando mucho interés a nivel mundial.

El método de trabajo que integra todos los procesos y el flujo de información de forma colaborativa e integrada para gestionar los proyectos de edificación (arquitectura, ingeniería, construcción) se llama BIM, este es el proceso que abarca la generación y gestión de la información física y funcional de un proyecto. Los resultados de estos procesos son los modelos de información que su última instancia viene a ser archivos digitales que describen todos los aspectos del proyecto y apoyan a la toma de decisiones a lo largo del ciclo del proyecto para garantizar que la planificación, el diseño y la construcción de proyectos sean altamente eficientes.

Para las personas que empiezan a conocer estos conceptos el BIM suele confundirse con un modelado 3D, pero en realidad implica más que eso. Los subconjuntos de sistemas BIM y tecnologías que se han venido desarrollando a lo largo de los años han abarcado 4D (tiempo), 5D (costo), 6D (operación), 7D (sostenibilidad) e incluso 8D (seguridad). “Esta capacidad multidimensional de BIM se ha definido como modelado “nD”, ya que se puede añadir un número casi infinito de dimensiones al modelo de construcción”.

Figura 13. Ciclo de la metodología BIM



Fuente: Wikipedia

4.2 Funcionamiento del BIM

4.2.1 Common Data Environment (CDE)

La información en un modelo BIM se comparte a través de un espacio virtual mutuamente accesible conocido como Common Data Environment (CDE), y los datos recopilados se denominan modelo de información. Los modelos de información se pueden utilizar en todas las etapas de la vida de un edificio, desde su inicio hasta su funcionamiento, e incluso en renovaciones y reacondicionamientos.

Para trabajar en proyectos de construcción en un entorno BIM, es necesario gestionar la información de forma estructurada y el intercambio de datos y documentos. Es por lo que es fundamental contar con CDE que ofrezca un entorno seguro, ágil y estructurado. Este entorno común de datos es una herramienta que permite a los diferentes agentes implicados en un proyecto trabajar de forma interconectada en la nube. En un CDE, se puede recopilar, gestionar y difundir información y datos de un proyecto entre diferentes equipos.

Figura 14. Ciclo de la metodología BIM



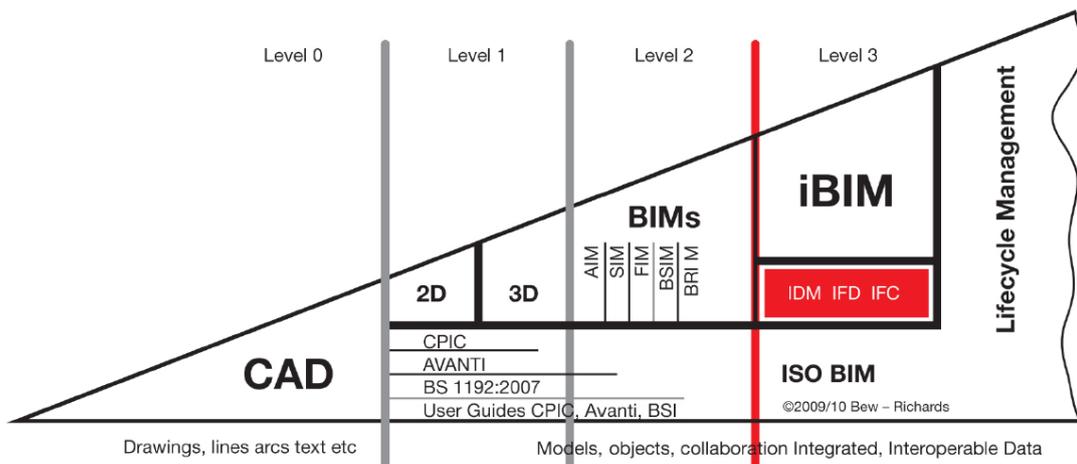
Fuente: Web Seys

4.3 Niveles o fases BIM

Una de las herramientas estandarizadas para medir el grado de implantación (o madurez) BIM en un proyecto son precisamente los BIM Levels. Se trata de una sencilla escala creada por el gobierno de Reino Unido (NBS) que nos permite reconocer rápidamente en qué fase estamos con respecto al uso del BIM en nuestros proyectos.

Esta escala viene determinada por cuatro niveles: 0, 1, 2 y 3. Son progresivos y para alcanzar cada uno de ellos es necesario implantar nuevos procesos y mejorar los preexistentes. Vamos a verlos uno por uno.

Figura 15. Niveles de implementación de la metodología BIM



Fuente: Bew-Richards modelo madurez BIM

4.3.1 Nivel 0 BIM

Es el inicio del camino de la implantación BIM. El nivel 0 equivale a una ausencia de colaboración. Se basa en el modelo de trabajo que se ha usado en las últimas décadas: Producción de información en 2D mediante CAD e impresión en papel o en formatos digitales de la información para desarrollar el proyecto.

4.3.2 Nivel 1 BIM

El nivel en el que ya trabajan muchas empresas y estudios. Implica una mezcla de trabajo en 3D para la concepción del proyecto y 2D para el desarrollo de la documentación técnica. El grado de colaboración se da, sobre todo, en el uso de un sistema de compartición de datos del proyecto, normalmente en la nube, sin embargo, el modelo no es compartido entre los miembros del equipo de forma simultánea.

4.3.3 Nivel 2 BIM

Este nivel marca el inicio de la colaboración. Todas las partes trabajan sobre su propio modelo 3D, pero comparten información en el mismo formato lo cual permite la creación de un flujo de trabajo colaborativo. Todos los softwares implicados en el proceso deben ser capaces de exportar la información a un formato común para que el resto de los participantes puedan usarla en sus modelos.

4.3.4 Nivel 3 BIM

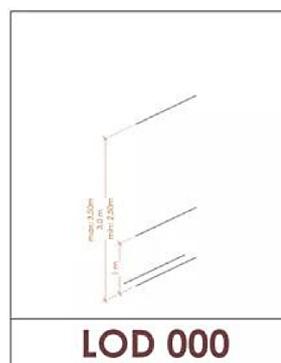
Implica el máximo grado de colaboración. Se basa en el trabajo sobre un único modelo que es compartido por todos los participantes. Todas las partes pueden acceder y modificar el mismo modelo. Esto permite eliminar la última capa de riesgo por conflictos

de información que se daba en fases anteriores a la hora de unificar modelos. Para hacer viable este grado de colaboración es necesario trabajar con soluciones de software que permitan un trabajo simultáneo sobre el modelo común.

4.4 Niveles de desarrollo

LOD (Level of Development) define el nivel de desarrollo o madurez de información que posee un elemento del modelo, y este es la parte de un componente, sistema constructivo o montaje del edificio. Conviene aclarar que el LOD en ningún caso se refiere a la totalidad del proyecto y tampoco tiene vinculación con la fase de desarrollo o construcción. Todos los niveles están determinados por: requerimientos de contenido del elemento, usos autorizados (análisis), coste, programación, coordinación, otros.

Figura 16. Representación modelo LOD 000 - 2D



Fuente: Muralit – editeca

4.4.1 LOD 100 - Conceptual

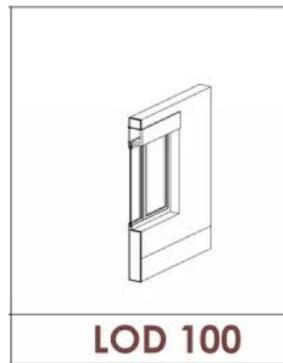
Es el nivel básico en el que se enumeran los elementos conceptuales de un proyecto, con el grado de definición dada por:

El elemento objeto puede estar representado por un símbolo o representación genérica.

No es necesaria su definición geométrica, aunque este puede depender de otros objetos

definidos gráfica y geoméricamente. Muchos elementos pueden permanecer en este nivel de desarrollo en fases muy avanzadas del proyecto.

Figura 17. Representación modelo LOD 100

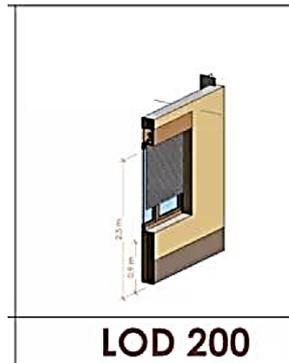


Fuente: Muralit – editeca

4.4.2 LOD 200 - Geometría

Es el nivel en el que se define gráficamente el elemento, especificando aproximadamente cantidades, tamaño, forma y/o ubicación respecto al conjunto del proyecto. Puede incluir información no gráfica. El elemento objeto está determinado por su posición y ya posee una definición geométrica no completa. Tiene los datos aproximados de dimensiones, forma, ubicación y orientación. Su uso está vinculado a elementos genéricos o cuyas definiciones detalladas vienen dadas por agentes externos al proyecto. Es el LOD más bajo en el que se indica la posibilidad de incluir información no gráfica de un elemento, como puede ser el coste real (no estimado del LOD 100), así como características de envolventes, pesos, fabricantes y manuales de mantenimiento.

Figura 18. Representación modelo LOD 200

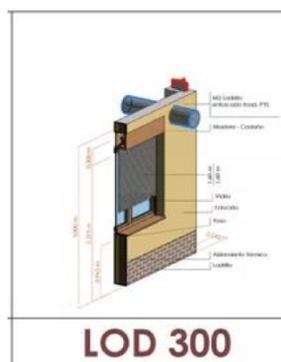


Fuente: Muralit – editeca

4.4.3 LOD 300 - Construcción

Es el nivel en el que se define gráficamente el elemento, especificando de forma precisa cantidades, tamaño, forma y/o ubicación respecto al conjunto del proyecto. Puede incluir información no gráfica. El elemento objeto está definido geoméricamente en detalle, así como su posición, pertenencia a un sistema constructivo específico, uso y montaje en términos de cantidades, dimensiones, forma, ubicación y orientación. También se indica la posibilidad de incluir información no gráfica vinculada al elemento.

Figura 19. Representación modelo LOD 300

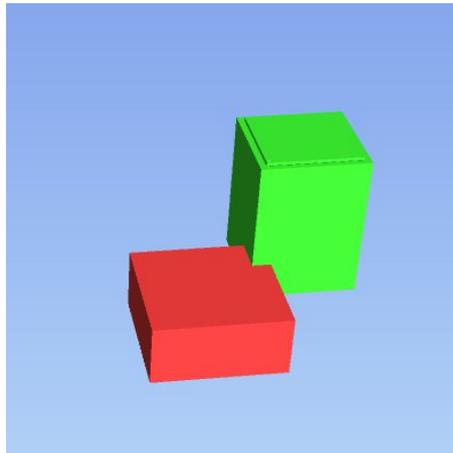


Fuente: Muralit – editeca

4.4.4 LOD 350 - Coordinación y colisiones

Equivalente al nivel LOD 300 pero incluyendo la detección de interferencias entre distintos elementos. Es propio de proyectos complejos desarrollados independientemente por disciplinas u otra desagregación de proyecto específico. Afecta al análisis, programación y coordinación del proyecto. Ocasionalmente, al coste por elemento y conjunto. Habitualmente, modifica la totalidad del proyecto respecto a LOD 300 según criterios definidos en los que suele ser prioritario el respeto a la estructura frente a instalaciones, y estas frente a arquitectura. Requieren de una perfecta coordinación entre todos los agentes y las distintas disciplinas y subdisciplinas para una correcta ejecución en obra y una drástica reducción de errores y modificaciones en esta.

Figura 20. Interferencia de una zapata de hormigón con una caja de revisión



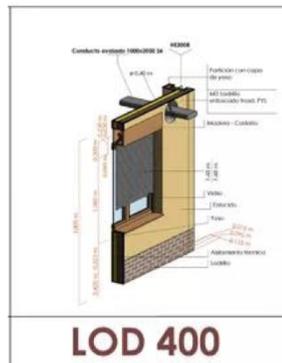
Fuente: Elaboración propia

4.4.5 LOD 400 - Fabricación

El elemento objeto está definido geoméricamente en detalle, así como su posición, pertenencia a un sistema constructivo específico, uso y montaje en términos de cantidades, dimensiones, forma, ubicación y orientación detallada completamente, información de fabricación específica para el proyecto, puesta en obra/montaje e

instalación. También se indica la posibilidad de incluir información no grafica vinculada al elemento.

Figura 21. Representación modelo LOD 400

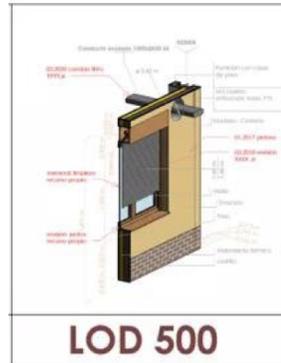


Fuente: Muralit – editeca

4.4.6 LOD 500 - As Built

El elemento objeto está definido geoméricamente en detalle, así como su posición, pertenencia a un sistema constructivo específico, uso y montaje en términos de cantidades, dimensiones, forma, ubicación y orientación. También se indica la posibilidad de incluir información no gráfica vinculada al elemento. Se verifica la información de este nivel en relación con el proceso constructivo finalizado (“as built”) y no es aplicable a todos los elementos del proyecto. El criterio valido será definido por la propiedad y las normativas correspondientes. La información de este nivel sustituye a las equivalentes de otros niveles inferiores en todos los casos. Los elementos del modelo pueden estar definidos a nivel de LOD 500 sin haberlo hecho en niveles anteriores y se incluirá siempre el autor de este como agente responsable de su ejecución.

Figura 22. Representación modelo LOD 500

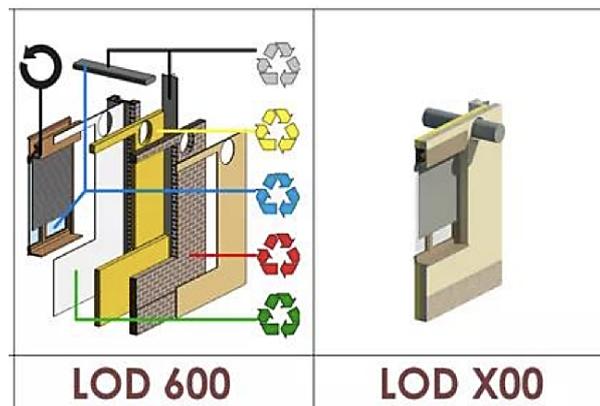


Fuente: Muralit – editeca

4.4.7 LOD 600

El elemento objeto no está definido geoméricamente en detalle, pero sí lo están sus condiciones de reciclado, como materiales propios, toxicidad, vida útil, básicas, distancia a puntos de fabricación/reciclaje, peso y volumen, formas de traslado y desmontaje, etc. Está basada principalmente en información no gráfica vinculada al elemento.

Figura 23. Representación modelo LOD 600



Fuente: Muralit – editeca

4.5 Marco Teórico Metodología BIM, Norma ISO 19650

Definición. - Conforme la información recabada, la ISO 19650 “es una normativa internacional que marca las pautas necesarias para realizar la gestión de la información en un proyecto de construcción. Esta normativa es la base para potenciar la transformación digital de la industria de la construcción a través del trabajo colaborativo entre los profesionales de los proyectos de construcción.” Fuente: <https://bit.ly/3nUQ504>

Es decir, es la normativa que establece la manera en que se van a realizar los diferentes procesos de comunicación, gestión de la información, protocolos y procesos, el lenguaje común a usarse, para llevar a cabo el proceso digital del proyecto.

A fin de hacer posible la interacción y el trabajo colaborativo que la metodología BIM requiere, se ha creado la serie UNE-EN ISO 19650, la cual son un conjunto de normas internacionales que abordan la “*Organización y digitalización de la información en obras de edificación e ingeniería civil que utilizan BIM (Building Information Modeling)*”, compuesta por 5 fases, descritas a continuación:

- Parte 1 (ISO 19650-1, 2018): Conceptos y principios.
- Parte 2 (ISO 19650-2, 2018): Fase de desarrollo de los activos.
- Parte 3 (ISO 19650-3, 2020): Fase de operación de los activos.
- Parte 4 (ISO 19650-4, en desarrollo): Intercambio de información.
- Parte 5 (ISO 19650-5, 2020): Enfoque de seguridad en la gestión de la información.

La Norma ISO 19650-1: comprende los conceptos y principios que deben ser tomados en cuenta a fin de almacenar la información del proyecto en un entorno seguro y organizado, siendo éste el Entorno Común de Datos - ECD, en el que se almacena y

gestiona la información y en la cual se maneja un solo lenguaje común entre los diferentes profesionales que intervienen, haciendo posible la estandarización de los procesos y la trazabilidad del mismo a lo largo de todas las fases del ciclo de vida que éste comprende.

Los involucrados o stakeholders llamados a utilizar esta normativa, son los actores que intervienen tanto en la fase de concepción y puesta en marcha de la obra, así como los involucrados en la fase de mantenimiento de la edificación, una vez ésta concluida.

Parte 2 – Fase de desarrollo de los activos

Esta segunda fase comprende el establecimiento de las necesidades que tiene del proyecto el sponsor o patrocinador del proyecto.

Parte 3 – Fase de operación de los activos

Como su nombre indica, comprende el desarrollo de los activos en continua interacción entre el patrocinador del proyecto y los profesionales involucrados en el desarrollo y gestión del proyecto.

Parte 4 – Intercambio de información.

La cuarta etapa, que según lo investigado está en etapa de formación, busca resguardar la seguridad de la información, de manera que proyectos de gran importancia o tamaño, permanezcan seguros con una compartición estricta de sus usuarios.

Parte 5 – Especificación para la Seguridad de Building Information Modeling (ISO 19650-5)

Figura 24. Volúmenes ISO 19650



Fuente: <https://bit.ly/3O0sSEa>

¿Cuál es el objetivo de la norma ISO 19650?

El objetivo de esta norma es la de armonizar la gestión de los objetos que serán utilizados en la edificación, desde la concepción de los mismos hasta su producción.

Esta norma permite a los participantes de un proyecto de construcción tener información de los objetos que son usados en la edificación a lo largo de su vida útil, también trata los términos y definiciones para el BIM, información de proyecto, perspectivas, trabajo colaborativo, definición de requerimientos de información y modelos resultantes, ciclos de entrega de información y las funciones para su manejo adecuado, manejo de la producción colaborativa de la información, etcétera.

Figura 25. Infografía ISO 19650



Fuente: <https://bit.ly/3Ownf1T>

¿Cuáles son las ventajas de la norma ISO 19650?

La ISO 19650 permite a los equipos de trabajo minimizar las actividades improductivas y aumentar la previsibilidad de los costes y el tiempo relacionados con la ejecución de una obra. Esto se consigue mediante un enfoque común de la gestión de la información y la adhesión a los principios fundamentales de la metodología BIM.

La aplicación correcta de la norma ISO 19650 favorece:

- El control de la información requerida por el cliente y los métodos de verificación de dicha información, la definición de los procesos, los plazos y los recursos económicos y temporales a invertir para la realización/gestión/mantenimiento de una obra.
- La correspondencia entre los requisitos definidos en la fase de contratación y los resultados obtenidos al final del proceso.
- El intercambio de información entre los diferentes actores que intervienen en cada fase del ciclo de vida de un proyecto.

Figura 26. Representación proyecto con metodología BIM



Fuente: <https://bit.ly/3a583K2>

4.6 Fundamentos de la Norma ISO 19650

La Norma ISO 19650 cuyo título es “Organización y digitalización de información sobre el ciclo de vida de los activos de construcción e infraestructura, utilizando BIM” es un hito en la gestión de la información en la aplicabilidad de la metodología BIM en la industria de la construcción e infraestructura.

Tanto la construcción como la infraestructura son sectores altamente fundamentales para el desarrollo económico y social de cualquier país o región, sin embargo, por historia, han sido los sectores que han enfrentado desafíos importantes relacionados con la ineficiencia de las actividades, costos excesivos, falta de comunicación entre actores del proyecto e inadecuada gestión de la información, estos problemas a menudo han resultado en proyectos retrasados, proyectos con presupuesto sobrepasado y con una calidad baja.

La metodología BIM surge como una solución para mejorar la gestión y colaboración en proyectos de construcción ya que se refiere a un enfoque colaborativo que se aplica en la planificación, diseño, construcción y operación del activo del proyecto, mediante la utilización de modelos digitales tridimensionales y datos asociados a los mismos para informar y respaldar la toma de decisiones a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

En este contexto, se desarrolla la Norma ISO 91650 para establecer lineamientos y estándares a nivel internacional que promuevan la adopción eficiente de la metodología BIM en la industria de la construcción; la norma se publica en 2 partes que son la ISO 19650-1 y la ISO 19650-2.

La ISO 19650-1 es la que abarca los conceptos y principios de gestión de la información mediante el uso de metodología BIM, el objetivo de esta primera parte es la estructuración de la información, definición de roles y responsabilidades, colaboración y coordinación, así como también la planificación y ejecución del proyecto.

La ISO 19650-2 en cambio se enfoca en los requisitos para poder realizar el intercambio de información utilizando la metodología BIM, establece directrices para el intercambio de datos entre las diferentes fases del ciclo de vida del activo, asegurando que la información se mantenga coherente y actualizada siempre.

Uno de los aspectos fundamentales de la ISO 19650 es que se enfoca en el ciclo de vida completo del activo, esto permite tener una gestión más integrada y sostenible de los proyectos, garantizando que la información relevante se mantenga siempre actualizada y disponible a lo largo del tiempo, lo que permite aumentar la eficiencia en los procesos del proyecto, así como también poder dar un mantenimiento adecuado a los activos.

La ISO 19650 promueve un enfoque basado en el riesgo para la gestión de la información, es esencial que se identifiquen los riesgos asociados a la información lo que permitirá tomar decisiones informadas. Al abordar los riesgos desde el inicio, los equipos pueden establecer estrategias que mitiguen estos riesgos y que se pueda evitar situaciones en donde se vean costos no contemplados y perjudiciales para las siguientes etapas del proyecto.

Respecto a la gestión de la información, la norma establece la necesidad de estructurar un proceso para la creación, organización, almacenamiento, recuperación y uso de la información a lo largo del ciclo de vida del activo, para lograr esto, se definen roles y responsabilidades muy claras para los distintos stakeholders del proyecto.

La metodología BIM promueve la colaboración interdisciplinar lo que permite tener una comunicación más efectiva y una toma de decisiones informada, para esto la norma establece requisitos para coordinar la comunicación de la información, asegurándose de que los cambios y actualizaciones sean gestionadas adecuadamente y transmitidas a todos los interesados pertinentes.

La norma hace énfasis en la necesidad de una planificación adecuada para gestionar la información, un plan de comunicación de la información bien definido garantiza que todos los participantes tengan una visión de cuáles son los objetivos, procesos y responsabilidades en cuanto a la gestión de la información, esto también facilita enormemente la asignación de recursos y la identificación de riesgos que podrían surgir a lo largo del proyecto.

Respecto a la seguridad de la información, la norma establece pautas para proteger la misma contra accesos no autorizados y garantizar que solo las personas autorizadas tengan acceso a información sensible.

La estandarización y el intercambio de datos es fundamental ya que si la metodología BIM no contara con esta estandarización, los actores del proyecto tendrían formatos diferentes y diferentes estándares para intercambio de datos, con la estandarización se busca integrar la información desde diferentes fuentes y evitar la duplicidad de esfuerzos. Al desarrollar los proyectos bajo norma ISO 19650, existen varios beneficios, uno de ellos es la alta eficiencia en el manejo de la información, lo que conduce a toma de decisiones más informada y oportuna ya que se tiene la información disponible en todos lados a toda hora para los stakeholders, esto evita retrasos y conflictos innecesarios, además la mejora en coordinación y en colaboración entre los diferentes actores llevan a una mayor calidad del producto, la comunicación efectiva y la capacidad de compartir información actualizada entre todos los stakeholders permite detección temprana de problemas así como también su pronta solución.

Si bien es cierto, la norma brinda muchas facilidades y beneficios para el desarrollo de proyectos, pero no hay que olvidarse que también existen desafíos significativos para su aplicación y más en Latinoamérica en donde se mantiene una cultura de desorganización, misma que mediante la aplicación de la metodología BIM en más países deberá ir

cambiando, llegando también a una tropicalización de la norma ya que se debe apegar a las necesidades y limitaciones de la región.

Hoy por hoy la transición hacia BIM requiere una gran inversión en capacitación y recursos tecnológicos, así como crear y adaptar nuevos flujos de trabajo y procesos en las empresas que lo implementen.

A pesar de estos desafíos, la implementación de la ISO 19650 representa un avance enorme en la gestión de la información, una mejor gestión de la información y una mayor colaboración entre los actores del proyecto pueden llevar a tener más eficiencia, mejor sostenibilidad y alta rentabilidad del proyecto.

4.7 Importancia de la metodología BIM en la industria de la construcción

La metodología BIM, en esta última década, vino a dar al sector de la construcción el paso que necesitaba para ser más competitivo y eficiente.

El sector de la construcción es el sector que consume más del 40% de la energía mundial, esta cifra refleja la necesidad imperiosa de mejorar el sector. Siendo la construcción un sistema muy complejo de coordinación en el que se involucran muchos equipos de trabajo de ramas distintas, es muy conocido en el medio los errores que se comprueban en obra y el alto costo económico, temporal y material de los mismos.

Work Cited, Niño, Dianny. "Construcción representa el 40% del uso de energía." Revista En Obra, 25 May 2023, <https://www.en-obra.com/es/noticias/construccion-representa-el-40-del-uso-de-energia>. Accessed 18 August 2023.

Gracias al avance de la tecnología, hoy en día tenemos la posibilidad de recibir información de manera instantánea, en el caso de la construcción, incluso directamente

en obra. Todo este avance resolvería muchos de los conflictos, si no se tratara de la coordinación de múltiples disciplinas en distintos aspectos de un sector tan complejo como el de la construcción. Esto lo logra BIM cuando propone una metodología específica, coordinada, normada e instantánea.

Específica porque da respuesta directamente a los problemas que encuentran en el sector de la construcción, específicas porque que trabaja con modelos colaborativos con capacidad paramétrica para cada elemento incluido en el mismo, específica porque puede tratarse la interacción entre las disciplinas desde fases tempranas que se escoja donde se reflejan problemas puntuales en cada una de estas interacciones.

Coordinada porque gracias al entorno común de datos y el rol específico de coordinación se logra concentrar todas las actividades propias del manejo de diseños, planos, y transferencia de datos y procesos a través de un solo rol, lo que permite un intercambio de información auditada y validada, este es uno de los puntos neurálgicos que ha modificado la industria de la construcción para siempre.

Normada porque ya no es decisión de cada actor la forma en que se producen todos los elementos del proceso, BIM cuenta ahora con varias normas que pueden regir su desarrollo entre ellas la norma ISO19650.

Instantánea, aunque en los tiempos que corren, esta calidad podría parecer obvia no lo es y sobre todo este es uno de los elementos más importantes de la metodología porque esta información requerida en un momento y lugar determinados puede darse y ya no es motivo para retrasos y justificaciones de los mismos, todo esto se da lugar gracias al uso de los flujos de trabajo y aplicaciones BIM.

Si bien el desarrollo BIM implica un cambio en la metodología de trabajo y organización, pero esto sólo puede lograr con el compromiso de todos los agentes

involucrados, sin embargo, el beneficio es palpable en poco tiempo de su implementación, mayor rendimiento energético y calidad de la construcción, sincronización entre el diseño y la planificación lo que influye directamente en la estimación de costos, la que se puede trabajar desde fases tempranas de diseño.

4.8 Importancia de la Implementación BIM en el Proyecto

BIM dentro de nuestro proyecto se implementa en primera instancia el involucrar al equipo de gestión con BIM Manager, Coordinadora, Líder de Arquitectura, Líder MEP y Líder de Sostenibilidad.

Una vez constituida los roles se implementan parámetros tecnológicos software para el desarrollo de la información enviada por el BIM, de manera que se realice bajo los parámetros: protocolo, plantilla y flujos de trabajos, dando resultado de eficacia, colaboración y comunicación en menor tiempo.

Las ventajas que obtenemos de BIM es la efectividad de interacción entre el modelado arquitectónico, MEP y sostenibilidad que sus componentes se pueden visualizar y a la vez verificar colisiones y/o choques, para ser corregidas y los diseños sean entregables con su respectivo análisis.

Al implementar BIM, en el modelado de las diferentes disciplinas se realiza la planificación desde una etapa inicial hasta la final con la finalidad de obtener el cronograma de construcción que nos permite obtener una estimación de costos de construcción más efectiva, esto lo llamamos BIM 5D.

Capítulo 4: EIR (EMPLOYER'S INFORMATION REQUIREMENT)

El EIR (Employer's Information Requirement - por sus siglas en inglés) es el documento inicial para la implementación de la metodología BIM en proyectos de construcción, es una guía detallada que contempla todos los requisitos y expectativas respecto al uso de la metodología BIM a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

El EIR se entiende como un contrato digital que define cómo se llevará a cabo la colaboración, el intercambio de información y la gestión de datos de un proyecto, este contrato contiene una amplia gama de información, desde los objetivos y alcances del proyecto hasta los protocolos para el intercambio de modelos y datos, este documento establece las reglas de juego de la implementación de la metodología BIM en el proyecto.

El EIR generalmente contiene lo siguiente:

- Nombre del contratista.
- Descripción resumida del proyecto
- Integrantes y roles
- Objetivos generales BIM
- Objetivos específicos BIM
- Usos BIM del proyecto
- Plan de entregas de la información
- Plantilla del proyecto BIM
- Niveles de detalle (LOD)
- Plantilla de biblioteca de objetos BIM
- Protocolo de intercambio de la información de construcción
- Protocolo de gestión de la información de la construcción
- Requisitos de responsabilidad

- Protocolo de coordinación BIM
- Estándares de calidad
- Eficiencia energética
- Planificación del proyecto
- Posibles softwares para utilizar
- Entregables

La implementación del EIR en un proyecto es primordial para una correcta aplicación de la metodología BIM a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

En la etapa inicial del proyecto se definen los objetivos específicos del proyecto y los requisitos para implementar la metodología BIM, en colaboración con los stakeholders clave del proyecto, como son los profesionales multidisciplinares que participarán en el mismo.

En el EIR, se describen los objetivos del proyecto en relación a la aplicación directa de la metodología BIM, el alcance que tendrá el proyecto, los usos BIM que se requerirán en el proyecto conforme a los entregables del mismo y durante las fases que abarque el mismo.

A fin de que exista un flujo adecuado de información, se establecen en el EIR, los protocolos de intercambio de información entre las partes, el tipo de archivos a utilizarse conforme a los usos BIM que vayan a darse, la manera de intercambiar información y la periodicidad que deberá tener la misma, de manera que el flujo de información entre todas las partes involucradas, sea coherente, oportuna y precisa.

Importante también indicar que, en el EIR, quedarán establecidos los diferentes roles y responsabilidades que tendrá cada miembro del equipo, de manera que cada integrante tenga conocimiento del papel a desempeñar y de esa manera se eviten reprocesos.

Respecto a los modelos y la información digital que se deberá entregar, se debe dejar sentado en el EIR, el Nivel de Desarrollo que los modelos deberán tener en cada etapa del proyecto. Para el caso específico de este proyecto académico, se deberá alcanzar el LOD 300, que implica la entrega de planos, detalles constructivos e información que permitan la construcción posterior del proyecto.

En el EIR, se establecen además los flujos de trabajo que se darán en el proyecto y la frecuencia y modalidad de las reuniones que se llevarán a cabo tanto con la coordinación como con la gerencia de proyecto BIM, garantizando una comunicación efectiva y fluida entre el equipo de trabajo.

A fin de tener trazabilidad en el proyecto, se definen en el EIR las herramientas informáticas a utilizarse en el proyecto, de manera que el trabajo colaborativo pueda llevarse a cabo con total eficacia en su proceso.

Respecto a la gestión de los cambios, en el EIR se debería establecer la manera de recibir una solicitud de cambio, la manera de gestionarlo y de esta manera llevar un control eficaz de las modificaciones realizadas a lo largo del proyecto.

En resumen, el EIR es un documento que establece las directrices y protocolos que se deberán llevar a cabo en los proyectos a fin de aplicar de manera correcta la metodología BIM, logrando de esta manera un trabajo colaborativo coherente, ordenado, claro que permitirá al equipo de trabajo la consecución de los objetivos que plantea el proyecto.

Índice del EIR del proyecto con sus partes constitutivas.

| | |
|--|----------|
|  <p>UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK SER MEJORES</p> <p style="text-align: center;"> </p> <p style="text-align: center;">GRUPO 1</p> <p style="text-align: center;">DSISD CONTAINER PROJECTS</p> <p style="text-align: center;">EIR DEL PROYECTO</p> <p style="text-align: center;">Quito, octubre de 2023</p> | <p>1</p> |
|--|----------|

Contenido

| | |
|---|----|
| 1. Nombre del grupo: | 4 |
| 2. Descripción de su proyecto: Explicación de su proyecto e intención aplicada al BIM 4 | |
| 3. Integrantes y Roles: Datos completos de cada participante incluir teléfono | 5 |
| 4. Objetivos Generales BIM (General y tres específicos)..... | 5 |
| 5. Objetivos específicos BIM (mínimo 3 - prioridad)..... | 5 |
| 6. Usos BIM del proyecto:..... | 5 |
| 7. Plan de entregas de información (Information Delivery Plan - IDP): Es un documento que establece los plazos y formatos de entrega de la información requerida en el proyecto. (Tabla de entregables y formatos)..... | 6 |
| 8. Plantilla de proyecto BIM (BIM Project Template): Es una plantilla que establece las configuraciones y normas de modelado para un proyecto de construcción en BIM. La plantilla incluye información como las capas de dibujo, la geometría, la nomenclatura y otros detalles necesarios para unificar el proceso de modelado. | 6 |
| 9. Niveles de detalle (Level of Detail - LOD): Son los niveles de detalle y precisión geométrica requeridos para los modelos en diferentes etapas del proyecto..... | 8 |
| 10. Plantilla de biblioteca de objetos BIM (BIM Object Library Template): Es una plantilla que establece los requisitos y formatos para la creación y almacenamiento de objetos BIM. La plantilla incluye información como la geometría, la nomenclatura, los atributos y otros detalles necesarios para la creación de objetos BIM estandarizados.. | 8 |
| 11. Protocolo de intercambio de información de construcción (Construction Information Exchange Protocol): Es un protocolo que establece los formatos y requisitos para la entrega de información en un proyecto BIM. Los protocolos se utilizan para intercambiar información sobre las características y propiedades de los componentes del edificio..... | 8 |
| 12. Protocolo de Gestión de la Información de la Construcción (Construction Information Management Protocol - CIMP): Es un protocolo que establece los requisitos de gestión de la información en un proyecto BIM. CIMP establece los procedimientos y herramientas necesarios para la gestión de la información a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto..... | 10 |
| 13. Requisitos de responsabilidad (Responsibility Requirements): Son los requisitos para la asignación de responsabilidades en la entrega de información y en la coordinación del proyecto..... | 11 |
| 14. Protocolo de coordinación BIM (BIM Coordination Protocol): Es un protocolo que establece los procedimientos y herramientas necesarios para la coordinación de información entre diferentes partes interesadas en un proyecto BIM. El protocolo define los niveles de detalle y los plazos de entrega de información para garantizar la coordinación y colaboración efectiva en el proyecto..... | 12 |
| 15. Estándares de calidad (Quality Standards): Son los estándares que se deben cumplir para garantizar la calidad y la precisión de la información entregada en el proyecto. | 13 |

| | |
|---|----|
| 16. Eficiencia energética: BIM se puede utilizar para modelar y analizar la eficiencia energética de los edificios y así mejorar su desempeño energético..... | 13 |
| 17. Planificación del proyecto: BIM se puede utilizar para optimizar la planificación del proyecto y reducir el tiempo y los costos de construcción, lo que puede reducir el impacto ambiental y social del proyecto..... | 13 |
| 18. Posibles softwares para utilizar (Solo el ACC es solicitado por cliente)..... | 13 |
| 19. Entregables:..... | 14 |
| 20. Conclusión..... | 14 |
| 21. Firma de todos los maestrantes..... | 14 |

Capítulo 5: BEP (BIM EXECUTION PLAN)

El BEP (BIM Execution Plan, por sus siglas en inglés) es un documento que establece las estrategias y procesos para la gestión y colaboración del proyecto en el entorno BIM, el objetivo de este documento es asegurar que todos los stakeholders comprendan cómo se utilizará la metodología BIM y el intercambio de información a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

El BEP influye tanto en los stakeholders externos como internos ya que es una hoja de ruta clara para la implementación de la metodología BIM en un proyecto.

El BEP generalmente contiene lo siguiente:

- Descripción del proyecto
- Nombre del contratista
- Integrantes y roles
- Estándares y protocolos de intercambio de información
- Plan de entregas de información
- Niveles de información (LOI)
- Protocolo de intercambio de la información de construcción
- Plantilla del proyecto BIM
- Protocolo de gestión de la información de la construcción
- Plantilla de biblioteca de objetos BIM
- Protocolo de coordinación BIM
- Requisitos de responsabilidad
- Estándares de calidad
- Eficiencia energética

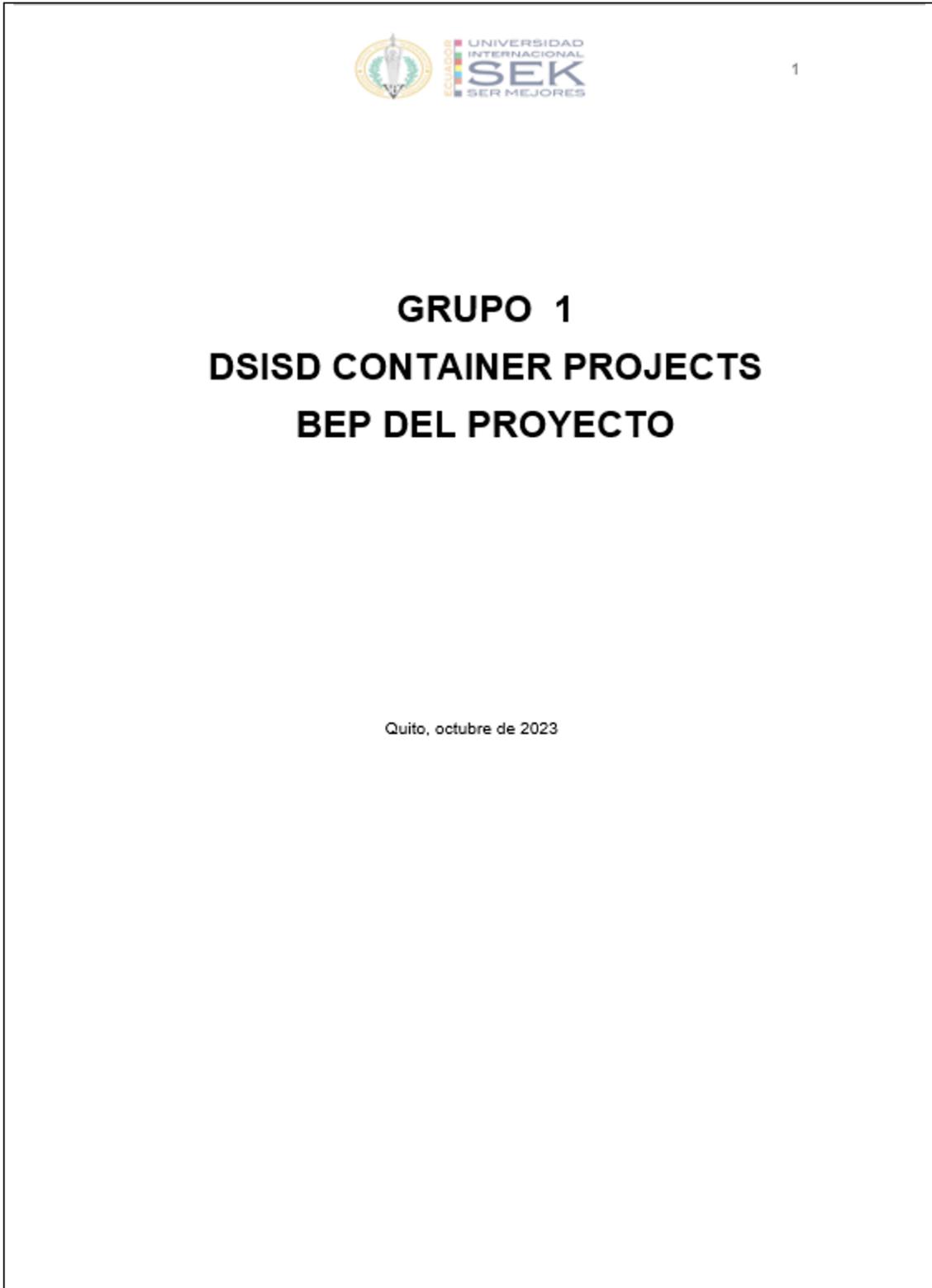
- Planificación del proyecto
- Posibles softwares para utilizar

Dentro del proyecto la aplicación del BEP inicia con la entrega del mismo a los involucrados por parte del contratista para que se enteren de los alcances del proyecto y sus responsabilidades dentro del desarrollo del mismo, con este documento lo que se busca es que los involucrados cuenten con un documento guía para poder desarrollar sus trabajos de forma individual y obtener los avances estipulados en las entregas que también constan en el BEP.

Este documento guía permite que los involucrados tengan actividades definidas, fechas de entrega y consecución de actividades que permitan realizar el trabajo en forma coordinada.

El BEP también ayuda a generar la calidad de los trabajos de los involucrados ya que todos tienen un mismo formato de desarrollo de los documentos, manteniendo un esquema igual en todos los documentos generados, la codificación de los documentos tiene una gran importancia ya que se genera un orden de ubicación de los documentos y esto facilita el control de documentos.

Índice del BEP del proyecto con sus partes constitutivas.



Contenido

| | |
|--|----|
| 1. Descripción de su proyecto: Explicación de su proyecto e intención aplicada al BIM 1 | |
| 2. Número del Grupo y nombre del equipo: | 1 |
| 3. Integrantes y Roles: Datos completos de cada participante incluir teléfono | 1 |
| 4. Estándares y protocolos de intercambio de información (Information Exchange Standards and Protocols): Son los procedimientos y especificaciones técnicas utilizados para intercambiar información entre las partes interesadas del proyecto. | 2 |
| 5. Plan de entregas de información (Information Delivery Plan - IDP): Es un documento que establece los plazos y formatos de entrega de la información requerida en el proyecto. | 2 |
| 6. Niveles de información (Level of Information – LOI por disciplina): Son los niveles de detalle requeridos para la información entregada en el proyecto, y varían en función de la etapa del proyecto y el tipo de información. | 4 |
| 7. Protocolo de intercambio de información de construcción (Construction Information Exchange Protocol): Es un protocolo que establece los formatos y requisitos para la entrega de información en un proyecto BIM. Los protocolos se utilizan para intercambiar información sobre las características y propiedades de los componentes del edificio. | 4 |
| 8. Plantilla de proyecto BIM (BIM Project Template): Es una plantilla que establece las configuraciones y normas de modelado para un proyecto de construcción en BIM. La plantilla incluye información como las capas de dibujo, la geometría, la nomenclatura y otros detalles necesarios para unificar el proceso de modelado. | 6 |
| 9. Protocolo de Gestión de la Información de la Construcción (Construction Information Management Protocol - CIMP). Es un protocolo que establece los requisitos de gestión de la información en un proyecto BIM. CIMP establece los procedimientos y herramientas necesarios para la gestión de la información a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto | 12 |
| 10. Plantilla de biblioteca de objetos BIM (BIM Object Library Template): Es una plantilla que establece los requisitos y formatos para la creación y almacenamiento de objetos BIM. La plantilla incluye información como la geometría, la nomenclatura, los atributos y otros detalles necesarios para la creación de objetos BIM estandarizados. | 12 |
| 11. Protocolo de coordinación BIM (BIM Coordination Protocol) | 14 |
| 12. Requisitos de responsabilidad (Responsibility Requirements): Son los requisitos para la asignación de responsabilidades en la entrega de información y en la coordinación del proyecto. | 15 |
| 13. Estándares de calidad (Quality Standards): Son los estándares que se deben cumplir para garantizar la calidad y la precisión de la información entregada en el proyecto. | 15 |
| 14. Eficiencia energética: BIM se puede utilizar para modelar y analizar la eficiencia energética de los edificios y así mejorar su desempeño energético. | 16 |
| 15. Planificación del proyecto: BIM se puede utilizar para optimizar la planificación del proyecto y reducir el tiempo y los costos de construcción, lo que puede reducir el impacto ambiental y social del proyecto. | 16 |



3

| | | |
|-----|-----------------------------------|----|
| 16. | Posible software a utilizar | 16 |
| 17. | Conclusión de su propuesta..... | 17 |

Capítulo 6: Detalle de rol – Líder MEP

6.1 Perfil del rol.

El líder MEP deberá tener la habilidad de liderar a su equipo de trabajo, debe ser una persona capaz de guiar y comprender como funciona cada uno de sus integrantes, a eso sumarle principios y valores como persona y profesional harán de él un referente para conseguir los objetivos del proyecto.

A continuación se detalla las capacidades primordiales que debe poseer el líder MEP:

- Experiencia y conocimiento de la metodología BIM para sistemas hidráulicos, sanitarios, aguas pluviales y eléctricos.
- Capacidad de coordinar trabajos, colaborar con los interesados, resolver problemas y toma decisiones acertadas.
- Destreza para desarrollar y gestionar el modelo en todas sus etapas, teniendo en cuenta riesgos, informes, cronogramas, presupuestos y todos los entregables que se deben contemplar.

6.2 Objetivos Rol.

El objetivo principal es entregar toda la información necesaria a la coordinación de lo contratado en el BEP, a través de la gestión de un modelo BIM, donde se implemente prácticas acordes a la metodología y que sean las planteadas en el alcance del proyecto.

A continuación se detalla algunos de los objetivos específicos:

- Formar un grupo de trabajo excepcional que se sienta motivado con el trabajo realizado.

- Sobrepasar las expectativas de todos los involucrados, demostrando responsabilidad, eficiencia, orden y tratando de reducir tiempos de entrega.

6.3 Actividades generales de un Líder MEP.

Dentro de las principales funciones del Líder MEP en la gestión del proyecto se tiene las siguientes:

- Elaborar flujos de trabajo para llevar un orden en todo el ciclo de vida que corresponda a la disciplina MEP.
- Revisar a diario los diseños y modelos hidráulico, sanitario, pluvial y eléctrico.
- Establecer reuniones semanales para estar informados de todos los avances realizados.
- Solucionar los problemas que se presenten a lo largo del proyecto tomando buenas decisiones con el equipo.
- Capacitar y dar soporte a cada integrante del grupo de trabajo.
- Cumplir a cabalidad los lineamientos establecidos por la coordinación, vías de comunicación, entorno común de datos y entrega de modelos auditados.
- Controlar todo el proceso, desde la etapa de diseño hasta la etapa de funcionamiento.
- Elaborar los entregables de cada disciplina de acuerdo con los formatos prescritos.

6.4 Responsabilidades del rol.

Dentro de las responsabilidades más importantes del rol de Líder MEP se encuentran las siguientes:

- Gerenciar los modelos MEP.
- Verificar que se cumpla los flujos de trabajo.
- Monitorear los procesos de diseño, modelado y ejecución.
- Solventar colisiones que se puedan presentar.
- Aprobación y validación de los modelos finales.
- Presentar los entregables a la coordinación en los tiempos estipulados.

6.5 Desarrollo del rol.

Yo como líder MEP tuve la gran responsabilidad de estar presente en todas las etapas del proyecto y cumplirlas a cabalidad, a continuación se detallará todo el proceso que realicé para demostrar que la metodología BIM supera grandemente a los procesos convencionales.

6.5.1 Funciones y deberes.

Mi función principal, y para lo que fui contratado se resumió en realizar los diseños hidráulicos, sanitarios, pluviales y eléctricos del proyecto, a esto se suma una investigación previa de análisis para la implementación de paneles fotovoltaicos, la entrega de información de modelo y presupuestos, es decir mi trabajo abarcó desde un 2D hasta un 5D.

6.5.2 Herramientas digitales.

Se estableció una gama de softwares, plugins y una nube donde se va a desarrollar toda la gestión del proyecto.

- REVIT 2023 – MODELADO.
- NAVISWORKS 2023 - GESTIÓN DE CONFLICTOS EN MODELOS.
- PRESTO 2022 - GESTIÓN DE VOLUMETRÍAS Y COSTOS.
- AUTODESK CONSTRUCTION CLOUD 2023 - ENTORNO COMÚN DE DATOS.

6.5.3 Vías de comunicación.

Las únicas alternativas que se planteó para ejercer una comunicación efectiva durante todo el proceso del proyecto son las siguientes:

- ZOOM – REUNIONES
- TEAMS – REUNIONES
- GOOGLE MEET – REUNIONES
- WHATSAPP – MENSAJERÍA INSTANTÁNEA

6.5.4 Flujo de trabajo líder MEP.

Para que exista un orden en los procesos de diseño y modelo establecí un flujo de trabajo acorde a cada avance. Aquí se puede evidenciar tres fases importantes que abarcan todo el ciclo de entrega.

- Información inicial.- en esta sección se colocó todos los lineamientos que se deben seguir, como por ejemplo plantillas, protocolos, manual de estilos y primordialmente el BEP. Toda esta información fue cargada en las carpetas del software Autodesk Construction Cloud.

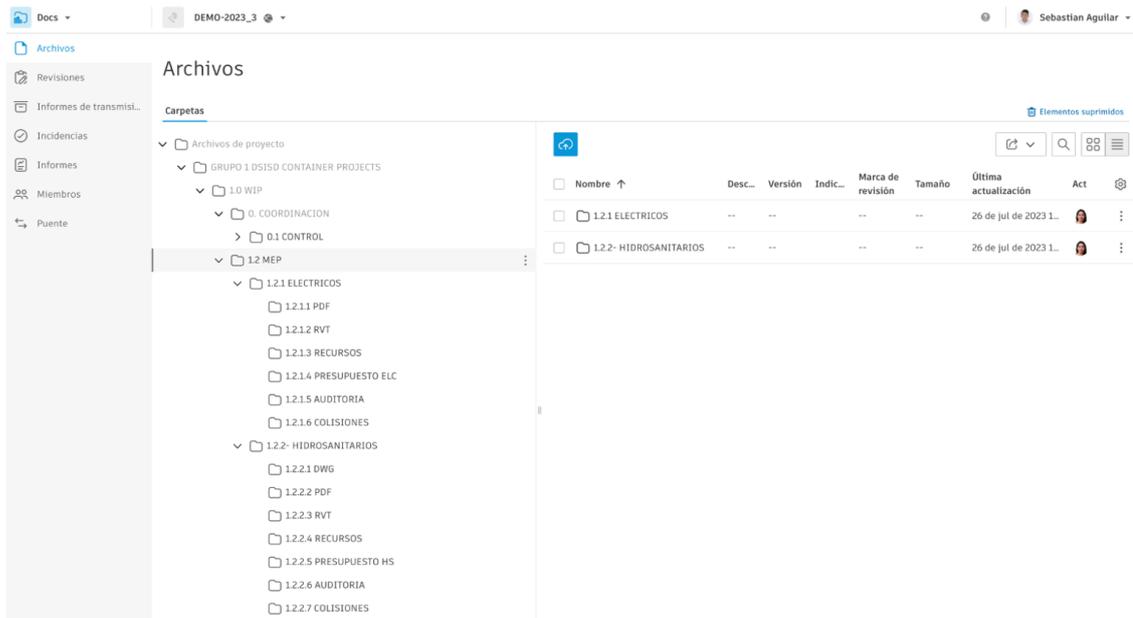


Figura 27. Entorno Común de Datos.

Fuente: Autodesk Construction Cloud

- **Proceso.-** en esta sección se empieza con la elaboración de los modelos hidráulicos, sanitarios, pluviales y eléctricos. Es importante mencionar que todos los sistemas ya modelados deben ser analizados por el software Navisworks antes de ser enviados a la coordinación, en palabras técnicas se debe realizar una auditoría para evidenciar si existen colisiones entre disciplinas, de ser el caso se debe corregir hasta que los conflictos se anulen por completo.
- **Información compartida.-** esta sección es la última y por eso también se la conoce como “salidas”, cada vez que un archivo llega a esta instancia es por que ya es un modelo certificado, que quiere decir esto; que el modelo está terminado y cumple con todos los requerimientos solicitados por la coordinación.

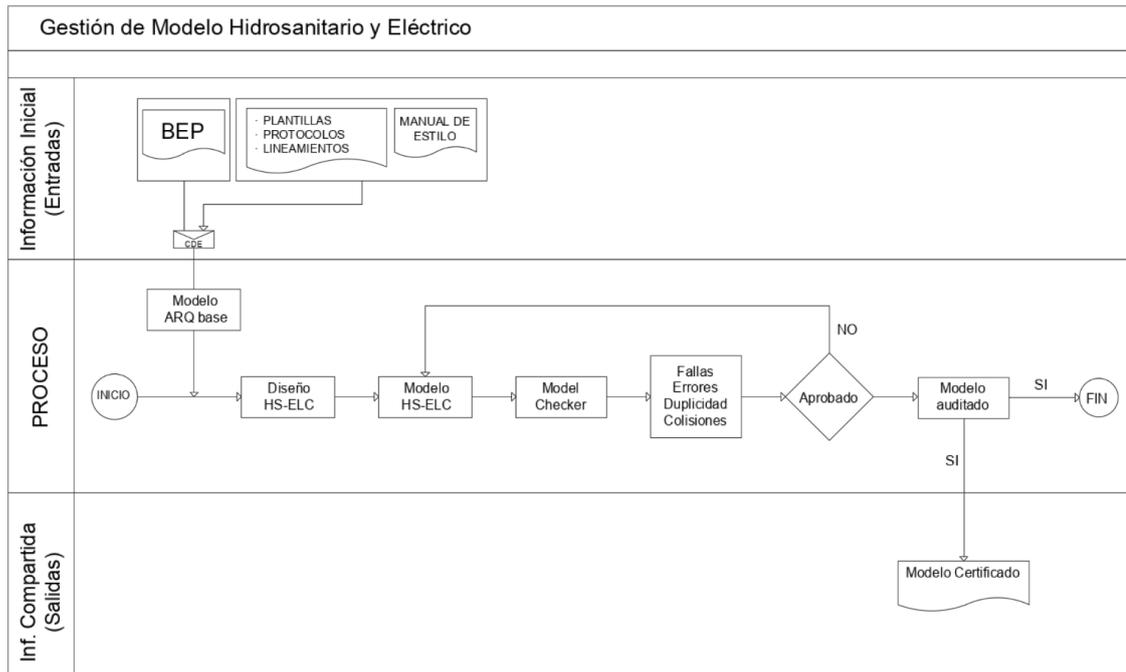


Figura 28. Flujo de trabajo líder MEP.

Fuente: Elaboración propia

6.5.5 Investigación y análisis de paneles fotovoltaicos.

Como mencioné en el punto 6.5.1 fui el responsable de realizar una investigación del uso de paneles fotovoltaicos, y ver si es factible implementar en el proyecto. Al ser una edificación sostenible queremos añadir un plus más de ecoeficiencia, para dar una imagen innovadora a los clientes y competencia, y así seguir concientizando a la población del cuidado del planeta.

6.5.5.1 Data base de proyecto.

Para dar inicio a este análisis recibí por parte de la coordinación un cuadro de equipos eléctricos que se van a utilizar en el proyecto. La ubicación del archivo fue colocada en la carpeta de recursos del Autodesk Construction Cloud.

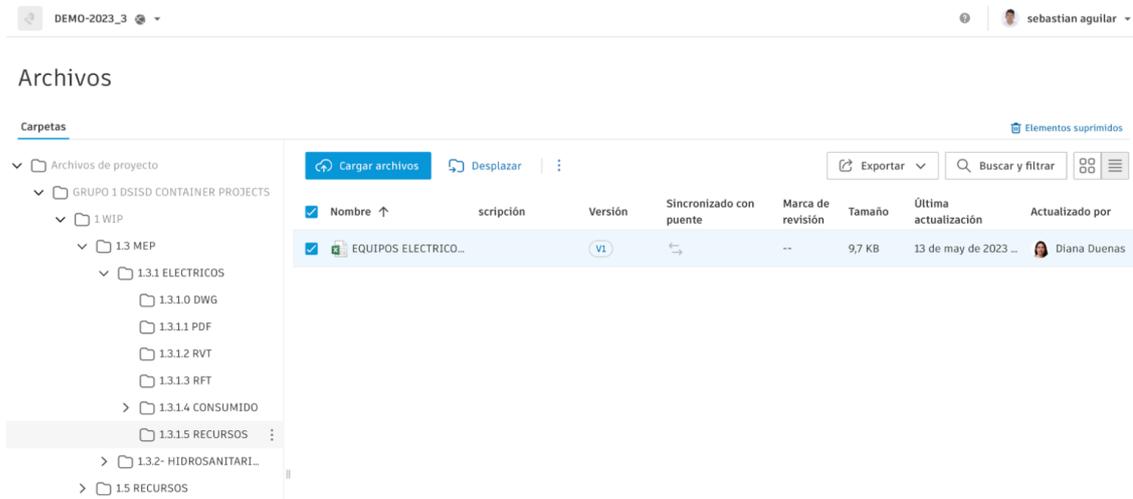


Figura 29. Ubicación del archivo base.

Fuente: Autodesk Construction Cloud

Una vez obtenida la información base se procede a colocar el consumo de cada equipo o artefacto para poder obtener un valor total de kilovatios. A continuación vamos a poder observar la tabla donde se muestra los elementos con sus consumos diarios y mensuales.

| DSISD CONTAINER PROJECT | | CARGAS ELÉCTRICAS DEL PROYECTO | | | | | | | |
|-----------------------------------|----------|---|---------------|----------------------------------|------------------------------------|------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| CENTRO CULTURAL MODULAR | |  | | | | | | | |
| EQUIPOS ELECTRICOS | CANTIDAD | CONSUMO (Wh) | CONSUMO (KWh) | HORAS APROXIMADAS DIARIAS DE USO | HORAS APROXIMADAS MENSUALES DE USO | TOTAL DIARIO (W) | TOTAL DIARIO (KW) | TOTAL MENSUAL (W) | TOTAL MENSUAL (KW) |
| Luminarias LED | 72 | 9 | 0,009 | 7 | 112 | 4536 | 4,536 | 72576 | 72,576 |
| Tomacorrientes 110V | 54 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Tomacorrientes 220V | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Tv | 2 | 140 | 0,14 | 8 | 128 | 2240 | 2,24 | 35840 | 35,84 |
| Computadora | 2 | 200 | 0,2 | 14 | 224 | 5600 | 5,6 | 89600 | 89,6 |
| Licuadaora | 2 | 700 | 0,7 | 0,25 | 4 | 350 | 0,35 | 5600 | 5,6 |
| Refrigeradora | 1 | 500 | 0,5 | 18 | 288 | 9000 | 9 | 144000 | 144 |
| Congelador | 1 | 700 | 0,7 | 18 | 288 | 12600 | 12,6 | 201600 | 201,6 |
| Procesador de alimentos | 2 | 450 | 0,45 | 0,25 | 4 | 225 | 0,225 | 3600 | 3,6 |
| Batidora | 2 | 300 | 0,3 | 0,25 | 4 | 150 | 0,15 | 2400 | 2,4 |
| Horno | 1 | 800 | 0,8 | 2 | 32 | 1600 | 1,6 | 25600 | 25,6 |
| Extractor tipo hongo motor 1.5hp | 1 | 1120 | 1,12 | 12 | 192 | 13440 | 13,44 | 215040 | 215,04 |
| Celulares | 5 | 20 | 0,02 | 8 | 128 | 800 | 0,8 | 12800 | 12,8 |
| Secador automático de manos | 2 | 3 | 0,003 | 0,25 | 4 | 1,5 | 0,0015 | 24 | 0,024 |
| Bomba para sistema hidráulico 2hp | 1 | 1500 | 1,5 | 1 | 16 | 1500 | 1,5 | 24000 | 24 |
| | | | | | | 52042,5 | 52,0425 | 832680 | 832,68 |
| | | | | | | W | KWh | W | KWh |

Tabla 6. Cargas equipos eléctricos.

Fuente: Elaboración propia

La Hora Solar Pico (HSP) viene a ser un factor de energía solar que se recibe por cada metro cuadrado, esta dependerá de la ubicación geográfica e igualmente dependera de la

estación del año que se analice. En nuestro caso utilizamos la ubicación exacta del proyecto colocando el pin justamente donde se implementó la infraestructura.

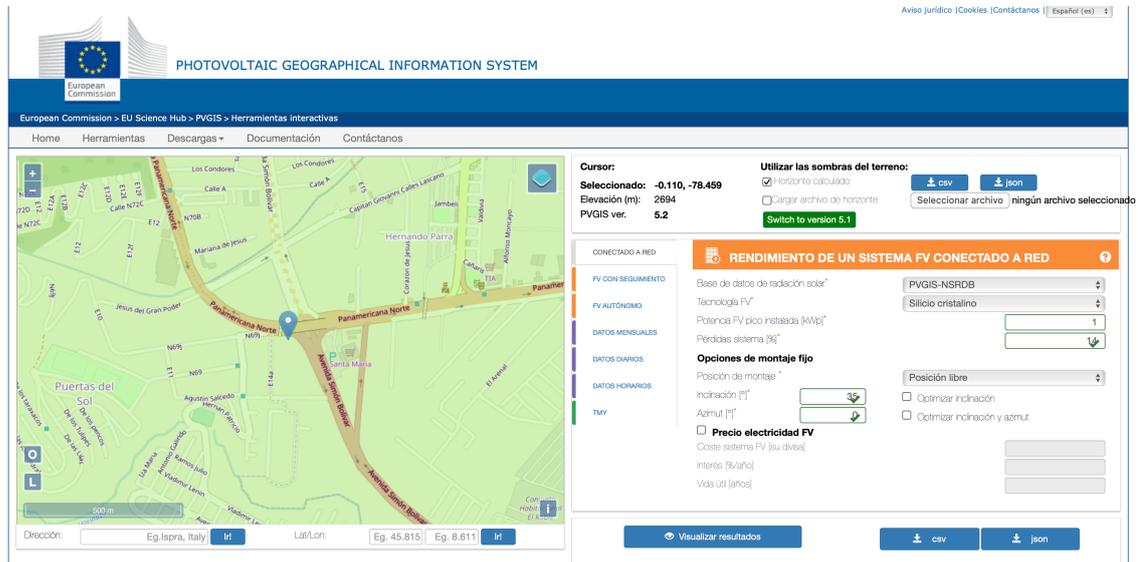


Figura 30. Ubicación Geográfica del Proyecto.

Fuente: Photovoltaic Geographical Information System.

Este factor (HSP) está relacionado directamente con la capacidad que nos va a generar un panel solar al día en kilovatio hora. Es por ello que para este proyecto se utilizó el software Photovoltaic Geographical Information System que nos permitió obtener un valor promedio en dos rangos, uno fue tomado en el mes de junio donde arrojó un valor de 75.22KWh de generación de energía solar, mientras que en el mes de diciembre la entrega de energía solar fue de 151.09KWh.

A continuación vamos a ver las dos gráficas respectivamente.

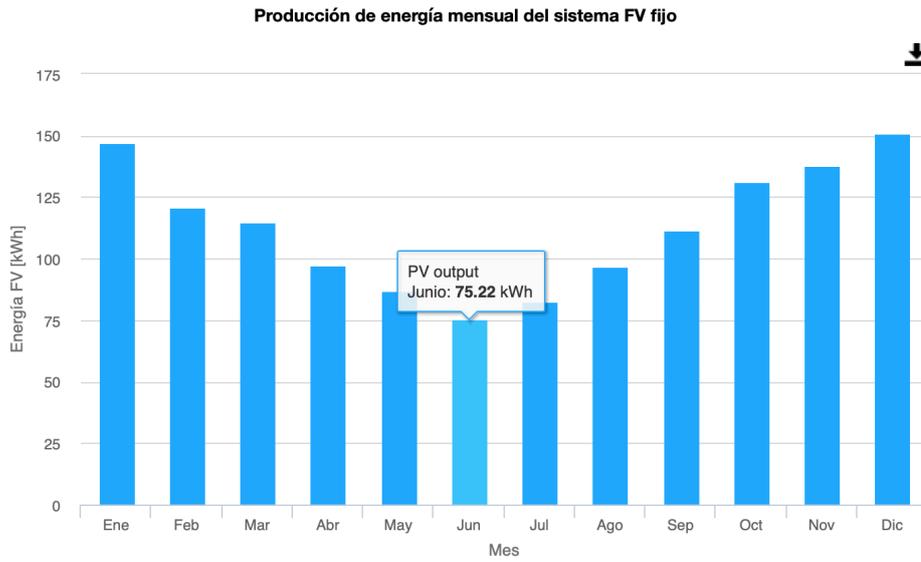


Figura 31. Producción de energía mes de Junio.

Fuente: Photovoltaic Geographical Information System.

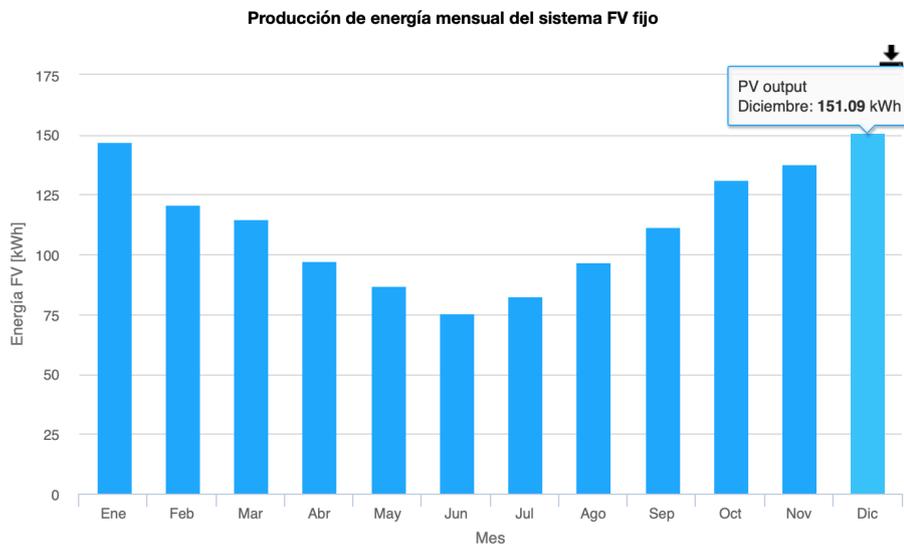


Figura 32. Producción de energía mes de Diciembre.

Fuente: Photovoltaic Geographical Information System.

Después de haber realizado el análisis de las dos estaciones se obtuvo que las horas aprovechables diarias serán cuatro, estas horas son cuando el panel fotovoltaico recibe la mayor cantidad de radiación solar.

6.5.5.3 Modelo de Panel Fotovoltaico

Una vez obtenido estos resultados procedemos a buscar en nuestro mercado nacional paneles fotovoltaicos que sean capaces de suministrar la mayor cantidad de vatios para utilizar la menor cantidad de unidades posibles. Las características y dimensiones de los paneles también vienen a ser un aspecto fundamental para dicha selección. A continuación se muestra el panel más beneficioso para el proyecto.



Harvest the Sunshine

Mono 470W MBB Half-Cell Module
JAM72S20 445-470/MR Series

Introduction

Assembled with multi-busbar PERC cells, the half-cell configuration of the modules offers the advantages of higher power output, better temperature-dependent performance, reduced shading effect on the energy generation, lower risk of hot spot, as well as enhanced tolerance for mechanical loading.

-  Higher output power
-  Lower LCOE
-  Less shading and lower resistive loss
-  Better mechanical loading tolerance

| ELECTRICAL PARAMETERS AT NOCT | | | | | | |
|--|--|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| TYPE | JAM72S20 -445/MR | JAM72S20 -450/MR | JAM72S20 -455/MR | JAM72S20 -460/MR | JAM72S20 -465/MR | JAM72S20 -470/MR |
| Rated Max Power(Pmax) [W] | 336 | 340 | 344 | 348 | 352 | 355 |
| Open Circuit Voltage(Voc) [V] | 46.65 | 46.90 | 47.15 | 47.38 | 47.61 | 47.84 |
| Max Power Voltage(Vmp) [V] | 38.95 | 39.19 | 39.44 | 39.68 | 39.90 | 40.10 |
| Short Circuit Current(Isc) [A] | 9.20 | 9.25 | 9.29 | 9.33 | 9.38 | 9.42 |
| Max Power Current(Imp) [A] | 8.64 | 8.68 | 8.72 | 8.76 | 8.81 | 8.86 |
| NOCT | Irradiance 800W/m ² , ambient temperature 20°C, wind speed 1m/s, AM1.5G | | | | | |
| *For NexTracker installations ,Maximum Static Load, Front is 1800Pa while Maximum Static Load, Back is 1800Pa. | | | | | | |

Figura 33. Modelo de Panel Fotovoltaico.

Fuente: Jasolar

| SELECCIÓN DE PANEL SOLAR | |
|---------------------------------|------------------------------|
| MODEL: | JAM72S20 - 460 |
| TIPO: | Monocristalino |
| WEIGHT: | 22.8kg + 3% |
| DIMENSIONS: | 2120+2mm x 1052+2mm x 35+1mm |
| No. OF CELLS: | 144 (6x24) |

Tabla 7. Características de paneles fotovoltaicos.

Fuente: Elaboración propia

Como resultado final y después de haber obtenido todos los valores para este análisis se ha concluido que el proyecto requeriría la cantidad de veinte paneles fotovoltaicos para abastecer a toda la edificación. Es importante mencionar que la red pública también estará conectada al sistema por cualquier situación que se pueda presentar a futuro.

| CÁLCULOS DE CANTIDAD DE PANELES FOTOVOLTÁICOS | | |
|--|--------------------|---|
| POTENCIA PANEL (W): | 348 | NOCT (temperatura de operación nominal de la célula) |
| HSP (h): | 4 | Horas aprovechables diarias (donde el panel recibe mas radiación solar) |
| ENERGÍA DEL PANEL (Wh) = | 1392 | - |
| ENERGÍA DEL PANEL (KWh) = | 1,392 | Generación diaria de energía |
| | 41,76 | Generación mensual de energía |
| NÚMERO DE PANELES = | 19,93965517 | Cantidad de paneles fotovoltaicos a utilizarse en el proyecto |

Tabla 8. Cálculo de cantidad de paneles fotovoltaicos.

Fuente: Elaboración propia

6.5.5.4 Beneficios económicos.

Uno de los objetivos que se buscaba en esta investigación era saber que tan beneficioso sería en el aspecto económico, ya que la inversión que se piensa realizar representa un valor importante dentro de los rubros a considerarse. A continuación, vamos a verificar que los resultados han sido totalmente favorables, obteniendo un ahorro de \$35.354,59 dólares en 25 años, que es el tiempo de vida del panel aportando el 100% de su capacidad.

| CÁLCULO DE AHORRO ECONÓMICO USD | | | | | |
|---------------------------------|---------------------|--|----------------------|--------------------|-------------------------|
| Consumo mensual (KWh) | Consumo anual (KWh) | Costo mensual del KWh USD incluye impuestos de medidor comercial | Ahorro total mensual | Ahorro total anual | Ahorro total en 25 años |
| 832,68 | 9992,16 | 0,17 | \$141,56 | \$1.698,67 | \$42.466,68 |
| | | | | Inversión - | \$7.112,09 |
| | | | | | \$35.354,59 |

Tabla 9. Cálculo de ahorro económico USD.

Fuente: Elaboración propia

6.5.5.5 Conclusión.

Se pudo verificar que la implementación de paneles fotovoltaicos es totalmente viable, los beneficios de ahorro en el consumo de energía eléctrica son considerables y la reserva económica a largo plazo representa un capital importante que se tendría a favor. Adicional la ubicación de las unidades serán en los techos de los contenedores, obteniendo una mayor eficiencia al ser direccionados en el ángulo correcto y ocupando un espacio que no será utilizado por ninguna instalación, es decir las dimensiones cuadran perfectamente con lo planificado.

6.5.6 Inicio de diseños.

Una vez recibido el modelo arquitectónico base enviado por la coordinación y colocado en el Autodesk Construction Cloud se procede a descargar el archivo para empezar con los diseños hidrosanitarios, pluviales y eléctricos.

6.5.6.1 Sistema Hidrosanitario.

Para el diseño de estos sistemas se consideró todos los puntos de agua y de desagües que se establecieron en el diseño arquitectónico. Para los baños se ha propuesto 8 inodoros y 8 lavabos y para el restaurante se propuso 2 fregaderos. A partir de esas ubicaciones se estableció la línea de tuberías y cajas de revisión.

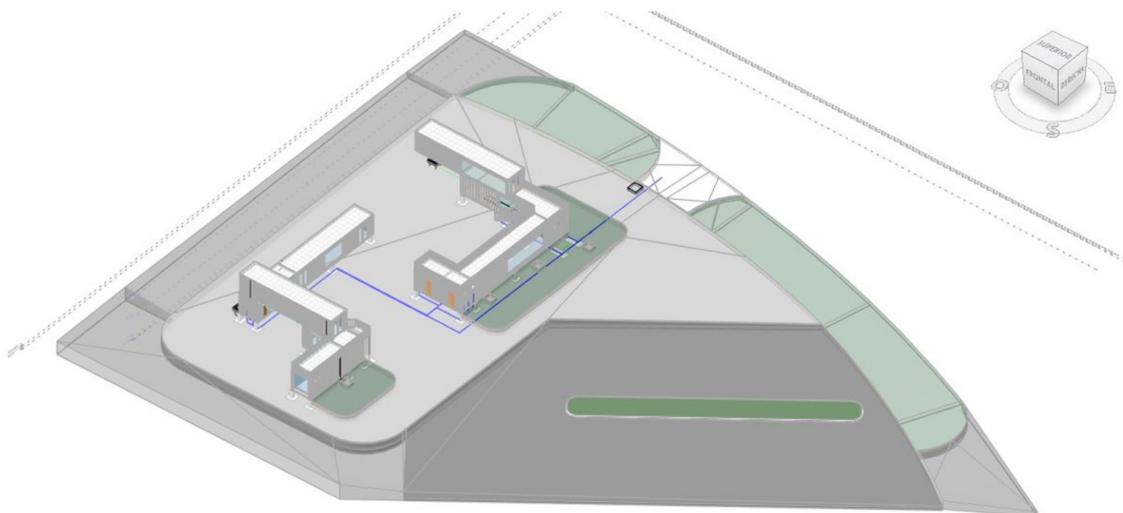


Figura 34. Red de tuberías de agua potable.

Fuente: Elaboración propia

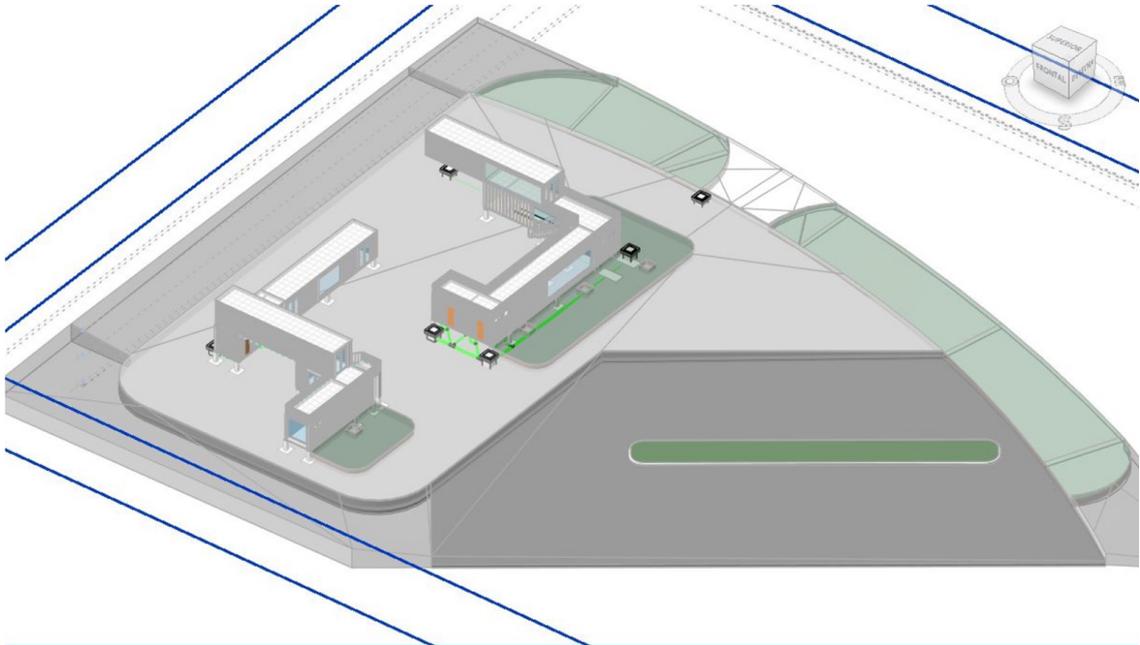


Figura 35. Red de tuberías de desagües.

Fuente: Elaboración propia

6.5.6.2 Sistema Pluvial.

Para este sistema de recolección de aguas lluvias se consideró tuberías bajantes en las fachadas que irán direccionadas hacia el piso, estas irán soterradas para evitar acumulación de agua de planta baja.

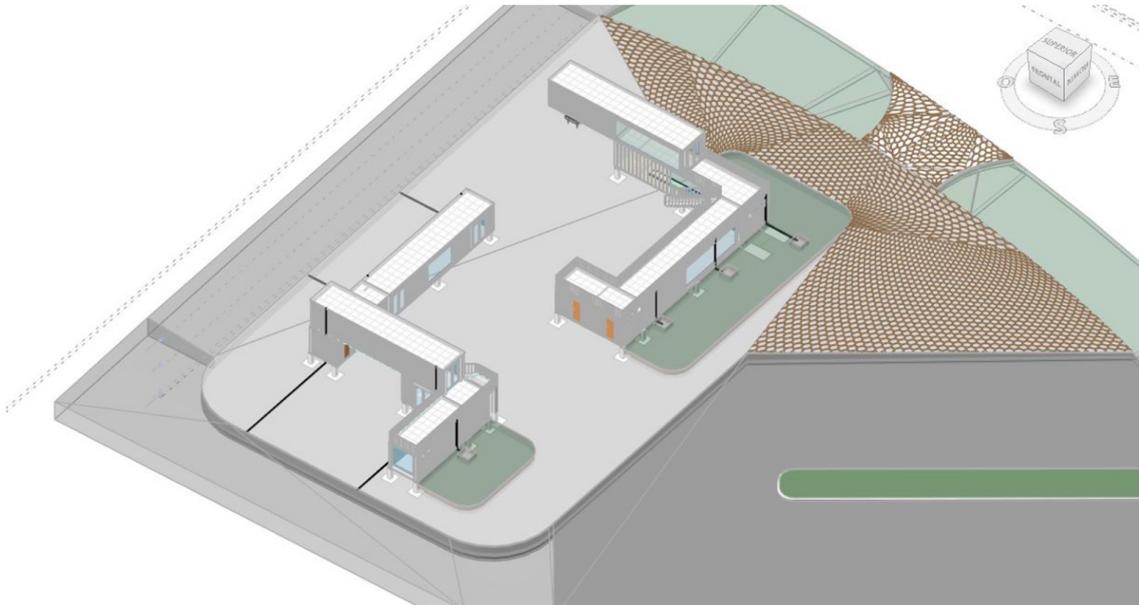


Figura 36. Bajantes de aguas lluvias.

Fuente: Elaboración propia

6.5.6.3 Sistema Eléctrico.

Para este diseño se estableció dos zonas, la primera es la que abarca todo el interior de los contenedores y la segunda contempla toda la parte del exterior. Todas las iluminarias han sido consideradas tipo LED para reducir al máximo el consumo. En la zona de parqueaderos y cerramiento se consideró postes de mayor altura debido a la exigencia del proyecto.

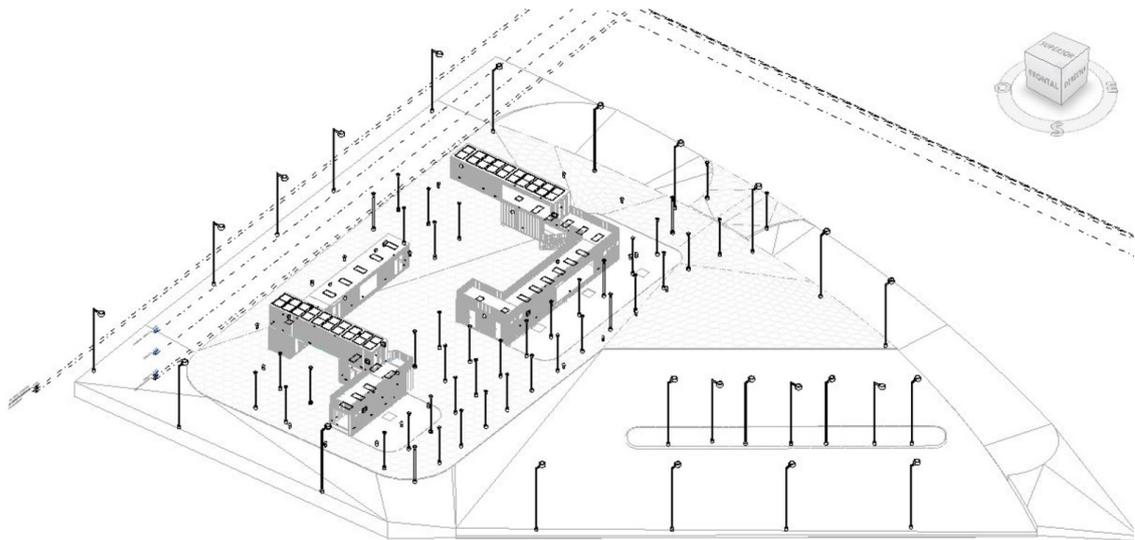


Figura 37. Sistema de Iluminarias.

Fuente: Elaboración propia

6.5.7 Modelos auditados.

Uno de los procedimientos más importantes que se tiene que cumplir antes de enviar los modelos a la coordinación es correr los archivos Revit en el Autodesk Model Checker, el objetivo de este proceso es conocer de manera rápida que porcentaje del modelo está aprobado, es decir que no presenta interferencias. A continuación, vamos a revisar un ejemplo tomando el sistema hidrosanitario. Como podemos observar que el 69% del modelo no presenta conflictos, pero un 31% sí.



Figura 38. Porcentaje aprobado del modelo.

Fuente: Autodesk Model Checker

6.5.8 Detección de colisiones.

Como habíamos indicado en el ítem 6.5.7 tenemos un 31% que presenta conflictos y para identificarlos es necesario correr en el software Navisworks. Esta maravilla de la ingeniería nos permite cargar todos los archivos que deseemos analizar y verificar entre disciplinas cuales son las colisiones que se deben corregir. A continuación y como ejemplo vamos a cargar el modelo arquitectónico e hidrosanitario.

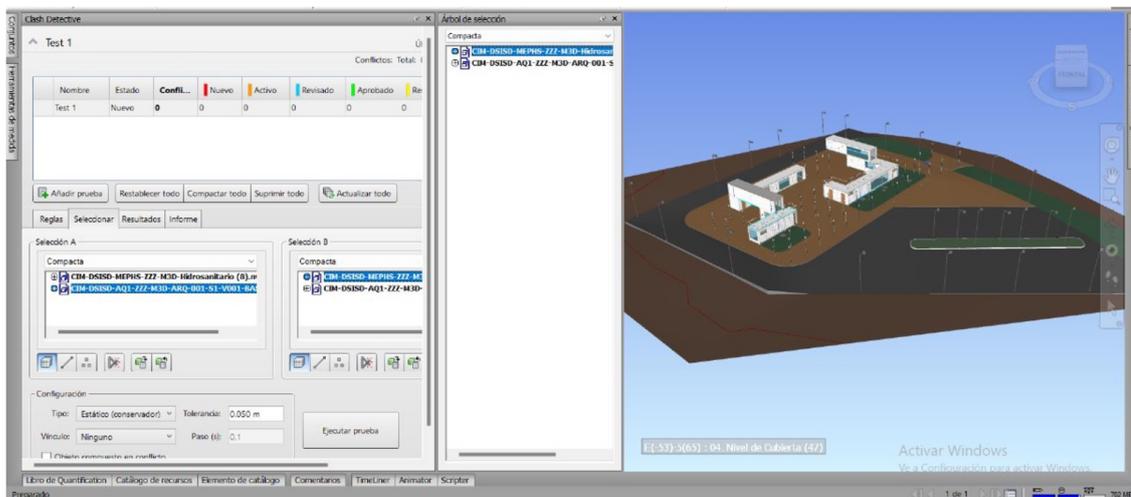


Figura 39. Archivo arquitectónico e hidrosanitario.

Fuente: Navisworks

Una vez ejecutada la prueba en el software de Navisworks nos lanza innumerables conflictos los cuales debemos analizar y verificar si en realidad son colisiones que van afectar al momento de construirse. Debemos dar prioridad a los problemas de envergadura mayor y que sean muy significativos para el proyecto. En mi caso vamos analizar una colisión entre una caja de revisión de aguas servidas y una zapata de hormigón.

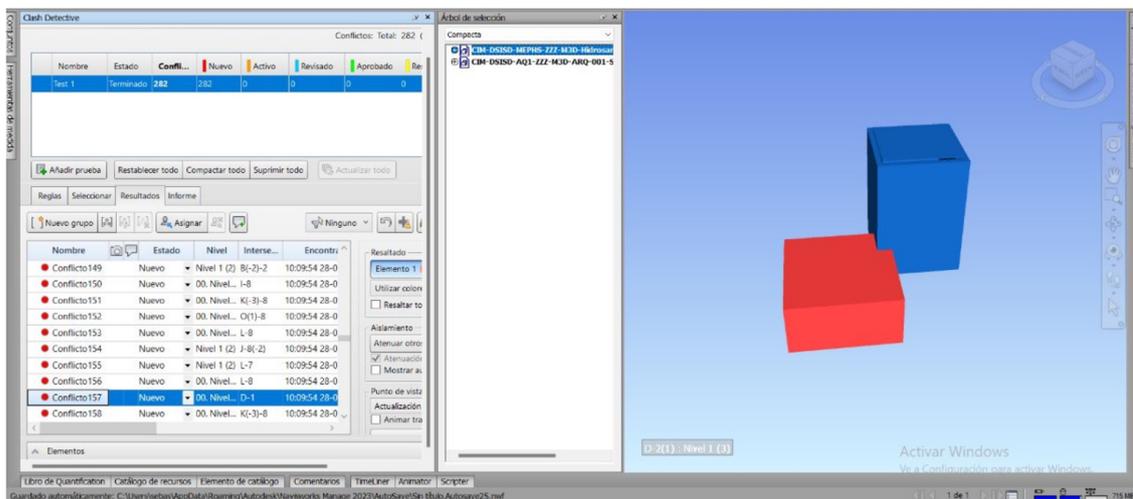


Figura 40. Conflicto No. 157.

Fuente: Navisworks

6.5.8.1 Informe de conflictos.

Los pasos que debemos seguir para generar el informe de conflictos de preferencia en formato HTML, en cual se debe realizar las correcciones son las siguientes:

- Como primer paso debemos identificar el número de conflicto que se va a revisar, contemplando que sea uno de los más importantes.

- Segundo, debemos cambiar el estado del conflicto a *Activo*, posterior pasaría a *Revisado*, después de una posible solución pasaría a *Aprobado* y finalmente se daría paso como *Resuelto*.
- Como tercer paso debemos generar un comentario indicando la posible solución y solicitando alternativas para ver la mejor alternativa.
- Finalmente se asigna al modelador responsable que va a dar la solución a dicha colisión.

AUTODESK® NAVISWORKS® Informe de conflictos

| Test 1 | Tolerancia | Conflictos | Nuevo | Activo | Revisado | Aprobado | Resuelto | Tipo | Estado |
|--------|------------|------------|-------|--------|----------|----------|----------|------------------------|---------|
| | 0.050m | 282 | 281 | 1 | 0 | 0 | 0 | Estático (conservador) | Aceptar |

| Imagen | Nombre de conflicto | Estado | Distancia | Ubicación de rejilla | Descripción | Fecha de detección | Asignado a | Punto de conflicto | Elemento 1 | | | Elemento 2 | | | Comentarios |
|---|---------------------|--------|-----------|--------------------------|------------------------|--------------------|-----------------------------|---|------------------------|--------------------------------------|---------------|-------------------------|---------------------|---------------|--|
| | | | | | | | | | ID de elemento | Elemento Nombre | Elemento Tipo | ID de elemento | Elemento Nombre | Elemento Tipo | |
|  | Conflicto157 | Activo | -0.141 | D-1 : 00. Nivel de Acera | Estático (conservador) | 2023/7/28 15:09 | Sebastian Aguilar Lider MEP | x:504587.939, y:9987829.759, z:2536.300 | ID de elemento: 382183 | Hormigón - Hormigón moldeado in situ | Sólido | ID de elemento: 1298058 | Hormigón 210 kg/cm³ | Sólido | #1 - sebas - 2023/7/28 15:47 Solucionar moviendo la caja de revisio con todas sus tuberias. #0 - sebas - 2023/7/28 15:47 Asignado a Sebastian Aguilar Lider MEP |

Figura 41. Informe de conflicto.

Fuente: Navisworks

6.5.9 Solución – Modelo certificado.

La mejor alternativa para solucionar este conflicto fue mover la caja de revisión y reconectar las tuberías, como se puede ver en la imagen se realizó un corte de fachada para verificar que la caja de revisión esta sobre la zapata de hormigón.

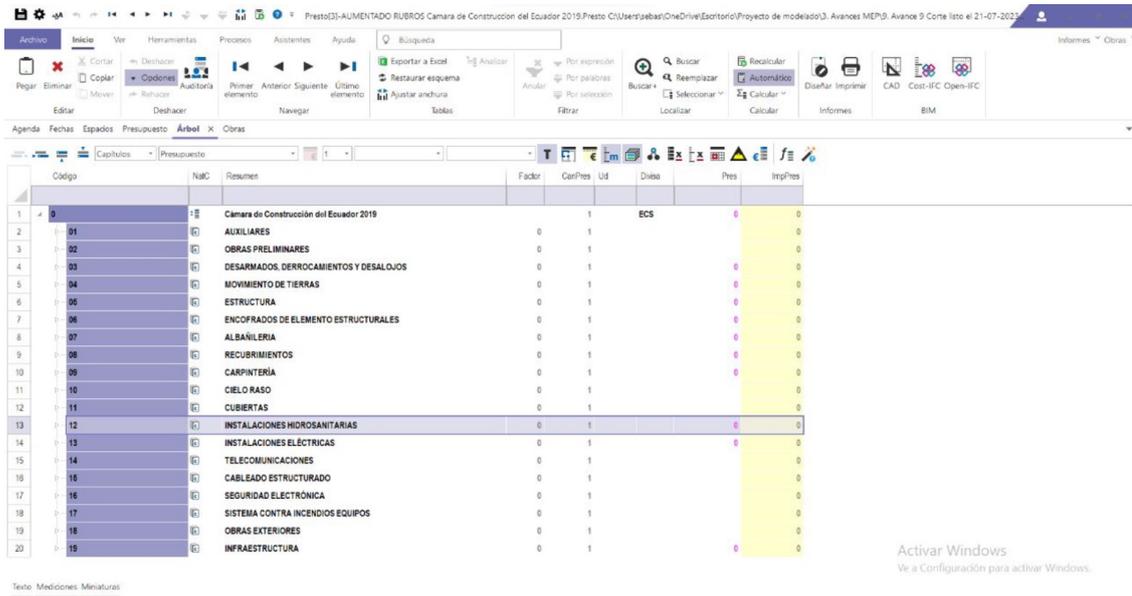


Figura 42. Solución de conflicto.

Fuente: Revit 2023

6.5.10 Coste.

Después de haber obtenido un modelo certificado se procede a exportar mediante el plugin *Cost it* todo los modelos a Presto. Después se procede a colocar los códigos y precios unitarios del archivo de costos de la Cámara de la Construcción del Ecuador.



| Código | N&C | Resumen | Factor | CanPes | Ud | Disto | Pres | ItypPres |
|--------|-----|---|--------|--------|----|-------|------|----------|
| 1 | 0 | Cámara de Construcción del Ecuador 2019 | | | | ECS | 0 | 0 |
| 2 | 01 | AUXILIARES | 0 | 1 | | | 0 | 0 |
| 3 | 02 | OBRAS PRELIMINARES | 0 | 1 | | | 0 | 0 |
| 4 | 03 | DESARMADOS, DERROCAMIENTOS Y DESALOJOS | 0 | 1 | | | 0 | 0 |
| 5 | 04 | MOVIMIENTO DE TIERRAS | 0 | 1 | | | 0 | 0 |
| 6 | 06 | ESTRUCTURA | 0 | 1 | | | 0 | 0 |
| 7 | 06 | ENCOFRADOS DE ELEMENTO ESTRUCTURALES | 0 | 1 | | | 0 | 0 |
| 8 | 07 | ALBAÑILERÍA | 0 | 1 | | | 0 | 0 |
| 9 | 08 | RECUBRIMIENTOS | 0 | 1 | | | 0 | 0 |
| 10 | 09 | CARPINTERÍA | 0 | 1 | | | 0 | 0 |
| 11 | 10 | CIELO RASO | 0 | 1 | | | 0 | 0 |
| 12 | 11 | CUBIERTAS | 0 | 1 | | | 0 | 0 |
| 13 | 12 | INSTALACIONES HIDROSANITARIAS | 0 | 1 | | | 0 | 0 |
| 14 | 13 | INSTALACIONES ELÉCTRICAS | 0 | 1 | | | 0 | 0 |
| 15 | 14 | TELECOMUNICACIONES | 0 | 1 | | | 0 | 0 |
| 16 | 15 | CABLEADO ESTRUCTURADO | 0 | 1 | | | 0 | 0 |
| 17 | 16 | SEGURIDAD ELECTRÓNICA | 0 | 1 | | | 0 | 0 |
| 18 | 17 | SISTEMA CONTRA INCENDIOS EQUIPOS | 0 | 1 | | | 0 | 0 |
| 19 | 18 | OBRAS EXTERIORES | 0 | 1 | | | 0 | 0 |
| 20 | 19 | INFRAESTRUCTURA | 0 | 1 | | | 0 | 0 |

Figura 43. Precios Cámara de la Construcción de Ecuador.

Fuente: Presto 2022

De esta manera obtendremos los precios unitarios y el presupuesto final de cada disciplina. Ahora bien para llevar a cabo este proceso se debe manejar un orden es por ello que elaboré un flujo de trabajo que se grafica a continuación.

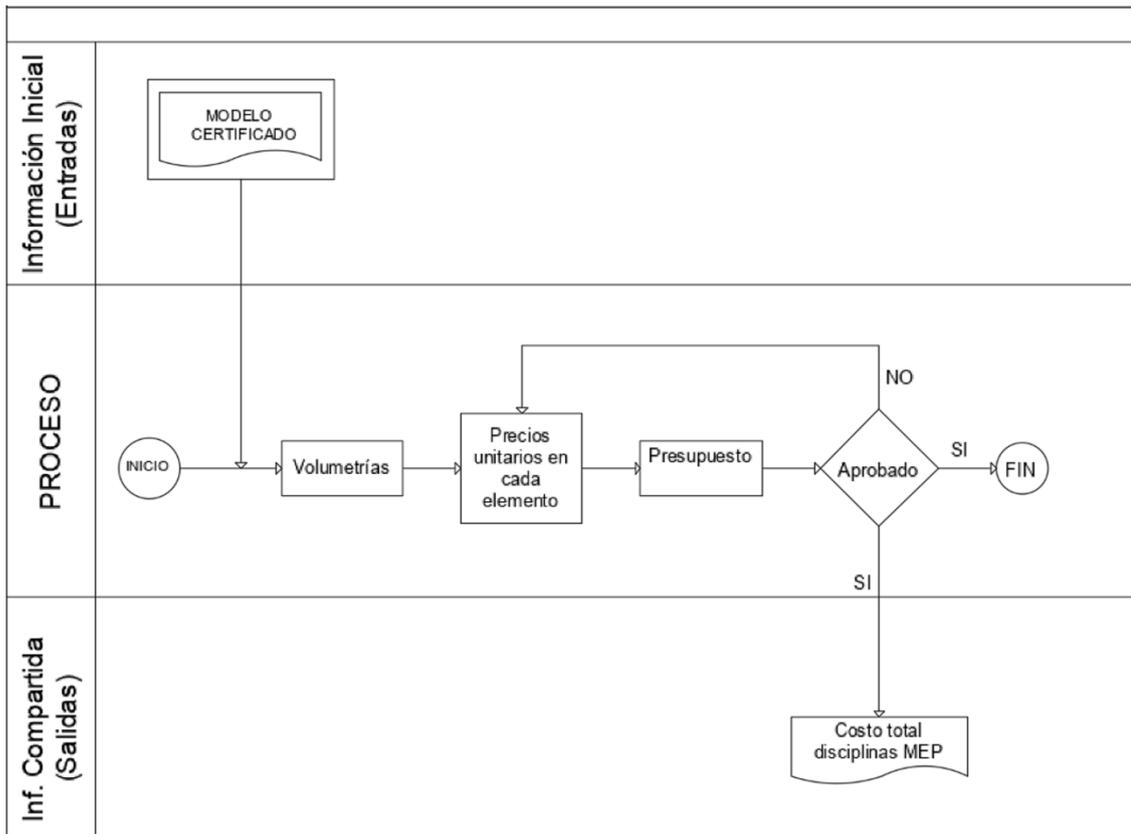


Figura 44. Flujo de trabajo para el Coste.

Fuente: Elaboración propia

6.5.10.1 Exportación del modelo a Presto.

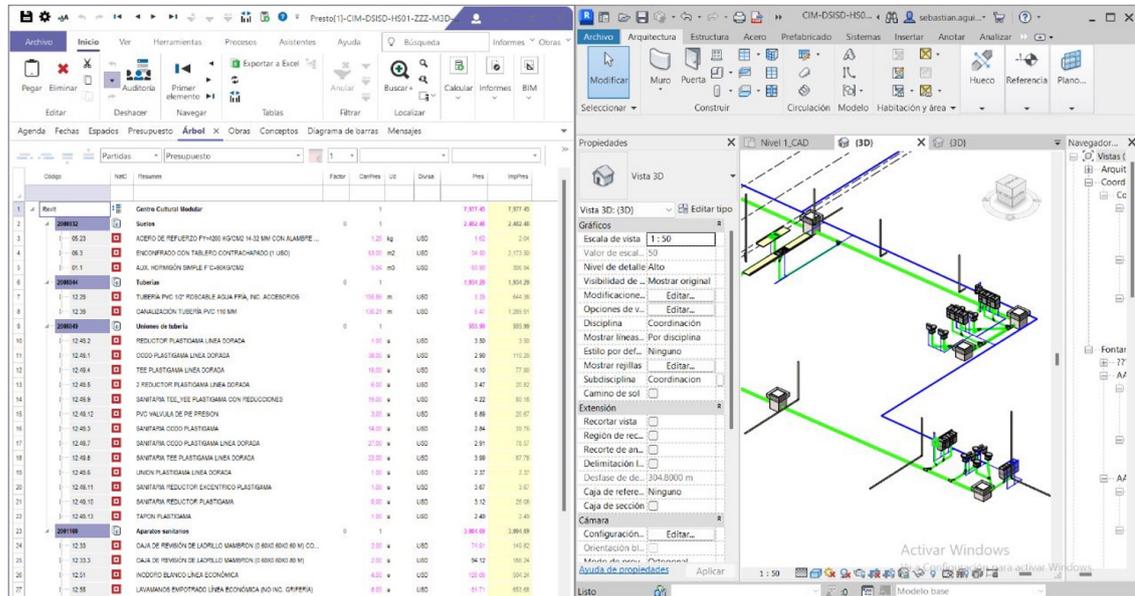


Figura 45. Volumetrías y precios del sistema hidrosanitario y aguas lluvias.

Fuente: Elaboración propia

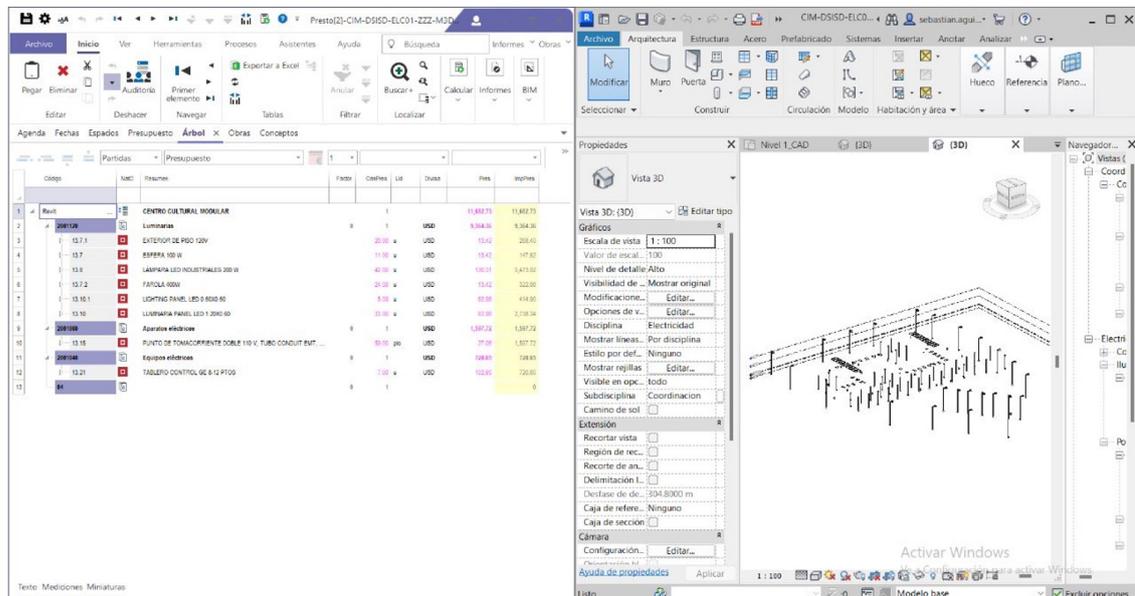
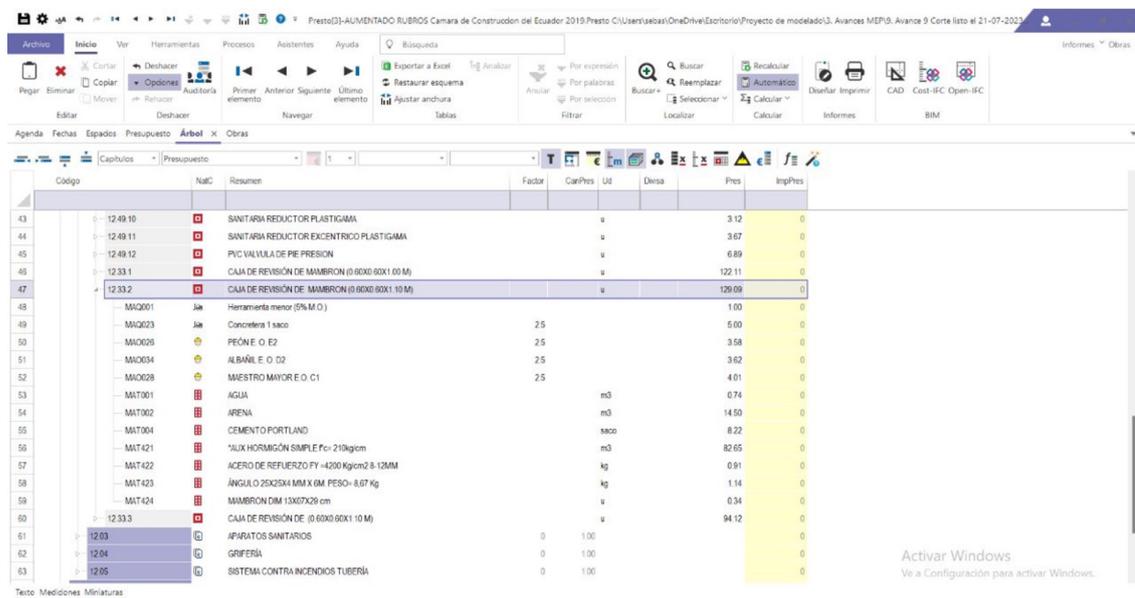


Figura 46. Volumetrías y precios del sistema eléctrico.

Fuente: Elaboración propia

6.5.10.2 Creación de rubros nuevos.

En el Presto de la Cámara de la Construcción del Ecuador hay ciertos rubros que no existen, debido a que nuestro diseño es único y adaptado a nuestras necesidades. Es por ello que debemos crear o duplicar ciertos rubros adaptando todo el desglose que contempla cada ítem.



| Código | NaC | Resumen | Factor | CarPres | Ud | Deiva | Pres | ImpPres |
|--------|----------|--|--------|---------|------|-------|--------|---------|
| 43 | 12.49.10 | SANITARIA REDUCTOR PLASTIGAMA | | | u | | 3.12 | 0 |
| 44 | 12.49.11 | SANITARIA REDUCTOR EXCENTRICO PLASTIGAMA | | | u | | 3.67 | 0 |
| 45 | 12.49.12 | PVC VALVULA DE PIE PRESION | | | u | | 6.89 | 0 |
| 46 | 12.33.1 | CAJA DE REVISION DE MAMBARRON (Ø 60X0 60X1 00 M) | | | u | | 122.11 | 0 |
| 47 | 12.33.2 | CAJA DE REVISION DE MAMBARRON (Ø 60X0 60X1 10 M) | | | u | | 129.09 | 0 |
| 48 | MAQ001 | Herramienta menor (5% M O) | | | | | 1.00 | 0 |
| 49 | MAQ023 | Concretera 1 saco | 25 | | | | 5.00 | 0 |
| 50 | MAQ026 | PEÓN E O E2 | 25 | | | | 3.58 | 0 |
| 51 | MAQ034 | ALBAÑIL E O D2 | 25 | | | | 3.62 | 0 |
| 52 | MAQ028 | MAESTRO MAYOR E O C1 | 25 | | | | 4.01 | 0 |
| 53 | MAT001 | AGUA | | | m3 | | 0.74 | 0 |
| 54 | MAT002 | ARENA | | | m3 | | 14.50 | 0 |
| 55 | MAT004 | CEMENTO PORTLAND | | | saco | | 8.22 | 0 |
| 56 | MAT421 | *ALIX HORMICÓN SIMPLE F= 210kg/cm | | | m3 | | 82.65 | 0 |
| 57 | MAT422 | ACERO DE REFUERZO FY =4200 Kg/cm2 8-12MM | | | kg | | 0.91 | 0 |
| 58 | MAT423 | ÁNGULO 25X25X4 MM X 6M PESO= 8.67 Kg | | | kg | | 1.14 | 0 |
| 59 | MAT424 | MAMBARRON DIM 13X07X29 cm | | | u | | 0.34 | 0 |
| 60 | 12.33.3 | CAJA DE REVISION DE (Ø 60X0 60X1 10 M) | | | u | | 94.12 | 0 |
| 61 | 12.03 | APARATOS SANITARIOS | 0 | 1.00 | | | | |
| 62 | 12.04 | GRIFERÍA | 0 | 1.00 | | | | |
| 63 | 12.05 | SISTEMA CONTRA INCENDIOS TUBERÍA | 0 | 1.00 | | | | |

Figura 47. Desglose de un rubro.

Fuente: Elaboración propia

6.5.11 Presupuestos finales.

Después de solventar todos los rubros del modelo y de verificar que no falte ningún elemento se procede a exportar el presupuesto final de cada sistema. Como muestra el flujo de trabajo esta etapa viene a ser la salida, es decir se transforma en una Información *Compartida* hacia la coordinación.

| Código | Resumen | Factor | CanPres | Ud | Divisa | Pres | ImpPres |
|----------|--|--------|---------|----|--------|-----------|-----------|
| Revit | Centro Cultural Modular | | 1 | | | 11.150,85 | 11.150,85 |
| 2000032 | Suelos | 0,0 | 1 | | USD | 5.656,24 | 5.656,24 |
| 04.8 | EXCAVACIÓN DE ZANJAS A MÁQUINA EQUIPO: EXCAVADORA | | 114,00 | m3 | USD | 3,30 | 376,20 |
| 04.9 | RELLENO COMPACTADO CON SUB BASE CLASE III | | 114,00 | m3 | USD | 24,54 | 2.797,56 |
| 05.23 | ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2 14-32 MM CON ALAMBRE GALV. N°18 | | 1,26 | kg | USD | 1,62 | 2,04 |
| 06.3 | ENCONFRADO CON TABLERO CONTRACHAPADO (1 USO) | | 63,00 | m2 | USD | 34,50 | 2.173,50 |
| 01.1 | AUX. HORMIGÓN SIMPLE F' C=90KG/CM2 | | 5,04 | m3 | USD | 60,90 | 306,94 |
| 2008044 | Tuberías | 0,0 | 1 | | | 1.934,29 | 1.934,29 |
| 12.29 | TUBERÍA PVC 1/2" ROSCABLE AGUA FRÍA, INC. ACCESORIOS | | 195,86 | m | USD | 3,29 | 644,38 |
| 12.39 | CANALIZACIÓN TUBERÍA PVC 110 MM | | 136,21 | m | USD | 9,47 | 1.289,91 |
| 2008049 | Uniones de tubería | 0,0 | 1 | | | 555,99 | 555,99 |
| 12.49.2 | REDUCTOR PLASTIGAMA LINEA DORADA | | 1,00 | u | USD | 3,50 | 3,50 |
| 12.49.1 | CODO PLASTIGAMA LINEA DORADA | | 38,00 | u | USD | 2,90 | 110,20 |
| 12.49.4 | TEE PLASTIGAMA LINEA DORADA | | 19,00 | u | USD | 4,10 | 77,90 |
| 12.49.5 | 2 REDUCTOR PLASTIGAMA LINEA DORADA | | 6,00 | u | USD | 3,47 | 20,82 |
| 12.49.9 | SANITARIA TEE_YEE PLASTIGAMA CON REDUCCIONES | | 19,00 | u | USD | 4,22 | 80,18 |
| 12.49.12 | PVC VALVULA DE PIE PRESION | | 3,00 | u | USD | 6,89 | 20,67 |
| 12.49.3 | SANITARIA CODO PLASTIGAMA | | 14,00 | u | USD | 2,84 | 39,76 |
| 12.49.7 | SANITARIA CODO PLASTIGAMA LINEA DORADA | | 27,00 | u | USD | 2,91 | 78,57 |
| 12.49.8 | SANITARIA TEE PLASTIGAMA LINEA DORADA | | 22,00 | u | USD | 3,99 | 87,78 |
| 12.49.6 | UNION PLASTIGAMA LINEA DORADA | | 1,00 | u | USD | 2,37 | 2,37 |
| 12.49.11 | SANITARIA REDUCTOR EXCENTRICO PLASTIGAMA | | 1,00 | u | USD | 3,67 | 3,67 |
| 12.49.10 | SANITARIA REDUCTOR PLASTIGAMA | | 9,00 | u | USD | 3,12 | 28,08 |
| 12.49.13 | TAPON PLASTIGAMA | | 1,00 | u | USD | 2,49 | 2,49 |
| 12.33 | CAJA DE REVISIÓN DE LADRILLO MAMBRON (0.60X0.60X0.60 M) CON TAPA | | 2,00 | u | USD | 74,91 | 149,82 |
| 12.33.3 | CAJA DE REVISIÓN DE LADRILLO MAMBRON (0.60X0.60X0.80 M) | | 2,00 | u | USD | 94,12 | 188,24 |
| 12.51 | INODORO BLANCO LÍNEA ECONÓMICA | | 4,00 | u | USD | 126,06 | 504,24 |
| 12.55 | LAVAMANOS EMPOTRADO LÍNEA ECONÓMICA (NO INC. GRIFERÍA) | | 8,00 | u | USD | 81,71 | 653,68 |
| 12.51.1 | SANITARIO CISTERNA 6.1 Lpf | | 4,00 | u | USD | 108,76 | 435,04 |
| 12.56 | LAVAPLATOS 1 POZO GRIFERÍA TIPO CUELLO DE GANSO | | 1,00 | u | USD | 184,03 | 184,03 |
| 12.57 | LAVAPLATOS 2 POZO GRIFERÍA TIPO CUELLO DE GANSO TIPO TEKA | | 1,00 | u | USD | 248,97 | 248,97 |
| 12.58 | URINARIO TIPO LÍNEA ECONÓMICA (NO INC. GRIFERÍA) | | 2,00 | u | USD | 133,68 | 267,36 |
| 12.33.1 | CAJA DE REVISIÓN DE LADRILLO MAMBRON (0.60X0.60X1.00 M) | | 2,00 | u | USD | 122,11 | 244,22 |
| 12.33.2 | CAJA DE REVISIÓN DE LADRILLO MAMBRON (0.60X0.60X1.10 M) | | 1,00 | u | USD | 129,09 | 129,09 |

Figura 48. Presupuesto final del sistema hidrosanitario y de aguas lluvias.

Fuente: Elaboración propia

| Código | Resumen | Factor | CanPres | Ud | Divisa | Pres | ImpPres |
|---------|--|--------|---------|-----|--------|-----------|-----------|
| Revit | CENTRO CULTURAL MODULAR | | 1 | | | 11.860,70 | 11.860,70 |
| 2001120 | Luminarias | 0,0 | 1 | | USD | 9.403,23 | 9.403,23 |
| 13.7.1 | EXTERIOR DE PISO 120V | | 20,00 | u | USD | 13,42 | 268,40 |
| 13.7 | ESFERA 100 W | | 11,00 | u | USD | 13,42 | 147,62 |
| 13.8 | LÁMPARA LED INDUSTRIALES 200 W | | 42,00 | u | USD | 130,31 | 5.473,02 |
| 13.7.2 | FAROLA 400W | | 24,00 | u | USD | 13,42 | 322,08 |
| 13.10.1 | LIGHTING PANEL LED 0.60X0.60 | | 5,00 | u | USD | 82,98 | 414,90 |
| 13.10 | LUMINARIA PANEL LED 1.20X0.60 | | 33,00 | u | USD | 82,98 | 2.738,34 |
| 13.18.1 | INTERRUPTOR SIMPLE | | 13,00 | u | USD | 2,99 | 38,87 |
| 2001060 | Aparatos eléctricos | 0,0 | 1 | | USD | 1.736,82 | 1.736,82 |
| 13.15 | PUNTO DE TOMACORRIENTE DOBLE 110 V, TUBO CONDUIT EMT. 1/2" | | 59,00 | pto | USD | 27,08 | 1.597,72 |
| 13.18 | PUNTO INTERRUPTOR SIMPLE | | 13,00 | pto | USD | 10,70 | 139,10 |
| 13.21 | TABLERO CONTROL GE 8-12 PTOS | | 7,00 | u | USD | 102,95 | 720,65 |

Figura 49. Presupuesto final del sistema eléctrico.

Fuente: Elaboración propia

Capítulo 7: Conclusiones

- He podido constatar que la metodología BIM es un conjunto de procesos y herramientas que optimizan el desarrollo del proyecto durante todo el ciclo de vida del mismo.
- La elaboración de flujos de trabajo ha sido una guía de suma importancia para llevar un orden en cada proceso que se va realizando.
- Como líder MEP y gracias a los softwares que se utilizó en este proyecto se logró identificar varios conflictos en el proceso de modelado, evitando retrabajos al momento de la construcción y que su coste se incremente.
- El entorno común de datos fue clave, ya que allí se pudo llevar un orden de archivos con todas las observaciones que se presentaron y adicional se podía exponer situaciones críticas que sucedían en el proceso.
- Los resultados fueron totalmente satisfactorios, se redujo el tiempo de modelado incluso corrigiendo colisiones entre disciplinas, se obtuvo presupuestos en tiempo record, se llevó un orden en todo momento y todos los entregables se presentaron en los tiempos estipulados.

BIBLIOGRAFÍA

- Optimiza contratistas (enero, 2021) *_ISO 19650 -BIM, Estandarización de Términos y Procesos en la Implementación_* Recuperado el 29 de junio de 2022, de <https://optimizacontratistas.com/iso-19650-bim-estandarizacion-de-terminos-y-procesos-en-la-implementacion/>
- Autodesk University *_Norma ISO 19650, el entorno común de datos y Autodesk Construction Cloud_* Recuperado el 29 de junio de 2022, de <https://www.autodesk.com/autodesk-university/es/article/ISO-19650-Common-Data-Environment-and-Autodesk-Construction-Cloud-2021>
- BibLus (mayo, 2022) *_¿Qué es la ISO 19650?_* Recuperado el día 29 de junio del 2022 de <https://biblus.accasoftware.com/es/que-es-la-iso19650/>
- ISO (International Organization for Standardization). (2018). ISO 19650-1:2018. Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) — Information management using building information modelling — Part 1: Concepts and principles. International Organization for Standardization.
- Eastman, C. M., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors (2nd ed.). John Wiley & Sons.
- Underwood, J., & Isikdag, U. (Eds.). (2018). Handbook of research on building information modeling and construction informatics: Concepts and technologies. IGI Global.
- BuildingSMART International. (2020). ISO 19650 Implementation Guide. BuildingSMART International.
- Leite, F., Akinci, B., & Garrett, J. H. (2019). BIM-enabled life-cycle information management of buildings: A review and future directions. *Automation in Construction*, 101, 51-67.
- Succar, B. (2009). Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. *Automation in Construction*, 18(3), 357-375.
- Niño, Dianny. “Construcción representa el 40% del uso de energía.” *Revista En Obra*, 25 May 2023, <https://www.en-obra.com/es/noticias/construccion-representa-el-40-del-uso-de-energia>. Accessed 18 August 2023.