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

Evaluación de envolvente en fachada multicapa en cuatro salas de cine con la implementación de la metodología BIM, Rol: Líder MEP

Autor

Andrea Monserrath Toasa Nuñez

Quito, abril de 2025

DECLARACIÓN JURAMENTADA

Yo, Andrea Monserrath Toasa Nuñez, con cédula de identidad #1804742995 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, abril de 2025

_____

Andrea Monserrath Toasa Nuñez

Correo electrónico: andrea.toasa@uisek.edu.ec

DECLARATORIA

El presente trabajo de investigación titulado:

“EVALUACIÓN DE ENVOLVENTE EN FACHADA MULTICAPA EN CUATRO SALAS DE CINE CON LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGIA BIM, ROL LÍDER MEP ”

Realizado por:

ANDREA MONSERRATH TOASA NUÑEZ

como Requisito para la Obtención del Título de:

MAGISTER EN GERENCIA DE PROYECTOS BIM

ha sido dirigido por el profesor

VIOLETA RANGEL RODRÍGUEZ

quien considera que constituye un trabajo original de su autor

FIRMA

“EVALUACIÓN DE ENVOLVENTE EN FACHADA MULTICAPA EN CUATRO SALAS DE CINE CON LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM, ROL LÍDER MEP ”

Por

Andrea Monserrath Toasa Nuñez

Abril de 2025

Aprobado:

Violeta C. Rangel R., 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.

_____ 08, 04, 2025

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

Dedicatoria

Dedico este trabajo con mucho cariño y gratitud a mi familia de 6; por su apoyo incondicional y su cariño, sin ustedes nada en mi vida sería posible.

Agradecimiento

"I wanna thank me for believing in me"

Resumen

Este trabajo propone evaluar las diferentes capas envolventes que componen las salas de cine bajo implementación BIM (Building Information Modeling), a través de los diferentes usos y herramientas disponibles dentro de la metodología para garantizar una experiencia óptima para los usuarios.

En base a esta implementación también se busca demostrar la optimización de recursos y tiempo en las fases tempranas del proyecto. La integración de información de diseño, análisis, simulación - planificación facilitaran y clarificaran las decisiones del proyecto promoviendo la toma de decisiones informadas y ajustadas a las expectativas del cliente. De esta forma, se prioriza la detección de temprana de conflictos reduciendo la cantidad de errores durante la ejecución, asegurando la precisión en la estimación de costos y cronogramas, maximizando la eficiencia del sistema constructivo seleccionado con relación a los requerimientos técnicos-funcionales de las salas de cine, garantizando los requerimientos estéticos y económicos establecidos por el cliente.

El principal papel del Líder MEP será el de modelar, coordinar y gestionar los aspectos relacionados con las instalaciones MEP para garantizar su correcta integración dentro del proyecto, asegurando que todos los entregables cumplan con los requerimientos.

Palabras clave: BIM, eficiencia, gestión, comunicación, restricciones.

Abstract

This work proposes evaluating the different envelope layers that compose cinema halls through the implementation of BIM (Building Information Modeling), utilizing the various applications and tools available within the methodology to ensure optimal user experience.

Based on this implementation, it also aims to demonstrate the optimization of resources and time during the early stages of the project. The integration of design information, analysis, simulation, and planning will facilitate and clarify project decisions, promoting informed decision-making aligned with the client's expectations. In this context, early conflict detection is prioritized, reducing the number of errors during execution, ensuring accuracy in cost and schedule estimations and maximizing the efficiency of the selected construction system in relation to the technical-functional requirements of cinema halls ensuring the aesthetic and economic requirements established by the client.

The main role of the MEP Leader will be to model, coordinate and manage the aspects related to MEP installations to ensure their correct integration within the project, ensuring that all deliverables to met all with the requirements.

Keywords: BIM, efficiency, management, communication, constraints.

TABLA DE CONTENIDOS

1 CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN 16

1.1 Modelado de información de la construcción 16

1.2 Descripción del proyecto 17

1.3 Descripción de la ubicación de la propuesta 17

1.4 Argumentación y alcance 18

1.5 Justificación 19

1.6 Planteamiento del problema 20

2 CAPÍTULO 2: OBJETIVOS Y RESULTADOS ESPERADOS 21

2.1 Objetivo General 21

2.2 Objetivos Específicos 21

2.3 Resultados esperados 21

3 CAPÍTULO 3: IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM 23

3.1 Protocolos y documentación 23

- Control de cumplimiento y plazos de entrega 23
- Seguridad de datos y transparencia 23
- Alcance de las actividades 24

3.2 EIR (Requisitos de información del empleador) y usos BIM 24

- Usos BIM aplicados según EIR 26

3.3 Plan de ejecución BIM (BEP) y alcance del equipo de trabajo VisionBIM 27

- Información del Proyecto 27
- Hitos relevantes 28
- Organigrama del equipo de trabajo 28
- Roles y Responsabilidades 29

Gerente BIM: 29

Coordinador BIM: 29

Líder de Arquitectura: 30

Líder Estructural: 30

Líder MEP: 31

- Nivel de detalle por elementos arquitectónicos, estructurales y MEP (LOD) 31

Arquitectura 32

Estructura 32

MEP (Mecánica, Eléctrica e Hidrosanitaria): 33

- Nomenclatura de archivos 33
- Coordinación de modelos 34
- Entregables 35

Documentos Iniciales 35

Documentación Técnico - Económica 35

- Hitos de entregables 36

3.4 Auditoria y aseguramiento de calidad de los modelos 37

3.5 Selección de Herramientas tecnológicas 37

- Revit 2024 (Modelado de disciplinas y producción de entregables): 37
- Presto 2024 (Costos y presupuestos de obra 5D): 38

3.6 Archivo de protocolo interno y estilos 38

3.7 Entorno Común de datos 39

3.8 Medidas emergentes para garantizar la continuidad del trabajo 40

3.9 Gestión de la información 41

4 CAPÍTULO 4: ROL LÍDER MEP 45

4.1 Rol líder MEP 45

4.2 Objetivos del Rol 45

- Objetivo General 45
- Objetivos Específicos 46

4.3 Funciones y responsabilidades del rol 46

4.4 Entorno Común de Datos 46

4.5 Flujo de Trabajo Disciplina MEP 49

4.6 Modelado MEP “PLAZA CINE” 50

- Navegador de Proyectos 51
- Modelado del sistema de aguas sanitarias 51
- Modelado del sistema de agua potable 52
- Modelado del sistema de aguas pluviales 53
- Modelado del sistema contra incendios 55
- Modelado del sistema eléctrico 57
- Modelado del sistema HVAC 58

4.7 Auditoría y Coordinación de Modelos 59

4.8 Análisis 4D Y 5D 63

- Análisis 5D en Presto 64
- Análisis 4D en Navisworks 65

5 CONCLUSIONES 67

6 RECOMENDACIONES 67

7 ANEXOS 69

8 BIBLIOGRAFÍA 1

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Lista de Abreviaturas BIM 15

Tabla 2. Tabla de puntos georreferenciados 18

Tabla 3. Información del proyecto 28

Tabla 4. Hitos relevantes del proyecto 28

Tabla 5. LOD recomendado por la Penn State University para cada Uso Bim 32

Tabla 6. Estructura nomenclatura de archivos 33

Tabla 7. Lista de entregables 36

Tabla 8. Hitos de entregarles de coordinación 36

Tabla 9. Programación Avance de trabajo 42

Tabla 10. Nomenclatura de elementos-Aguas Sanitarias 52

Tabla 11. Nomenclatura de elementos-Aguas Potable 53

Tabla 12. Nomenclatura de elementos-Aguas Pluviales 53

Tabla 13. Sistema de colores- modelo hidrosanitario 54

Tabla 14. Nomenclatura de elementos-Sistema Contra Incendios 56

Tabla 15. Nomenclatura de elementos-Sistema Eléctrico 57

Tabla 16. Sistema de colores- modelo IIEE 58

Tabla 17. Nomenclatura de elementos-Sistema HVAC 58

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. (Mapa predial DMQ, 2024) Ubicación del lote del proyecto.....17

Ilustración 2. Organigrama del equipo de trabajo- Oficina VisionBIM.....29

Ilustración 3. Matriz de Interferencias.....34

A continuación, en la Ilustración 4 se presenta la organización de la información: 40

Ilustración 5. Organización de carpetas dentro de ACC 40

Ilustración 6. Formato de minuta de reunión.....41

Ilustración 7. Incidencia 148 43

Ilustración 8. Documento de control de avance en tiempo real 44

Ilustración 9. Entorno Común de datos-Disciplina MEP 47

Ilustración 10. Flujo de revisión de modelos MEP y coordinación 48

Ilustración 11. Comunicación dentro del ACC-Revisiones MEP 48

Ilustración 12. Comunicación dentro del ACC-Incidencias MEP.....49

Ilustración 13. Flujo de trabajo disciplina MEP 49

Ilustración 14. Organización del Navegador de proyectos-Modelo Hidrosanitario.....51

Ilustración 15.Modelo Hidrosanitario 54

Ilustración 16. Información no gráfica Elementos Hidrosanitarios_Lavabo LOD 300 .54

Ilustración 17. Información no gráfica Elementos Hidrosanitarios_Tuberia LOD 300 .55

Ilustración 18.Modelo Sistema Contra Incendios 56

Ilustración 19. Información no gráfica Elementos SCI_Tuberia LOD 300 56

Ilustración 20.Modelo Instalaciones Eléctricas 58

Ilustración 21.Modelo HVAC 59

Ilustración 22.Model Checker modelo SCI 60

Ilustración 23. Conjuntos de búsqueda-Modelos MEP 60

Ilustración 24. Conflicto disciplinar-HVAC 61

Ilustración 25.Conflicto disciplinar -IIEE 61

Ilustración 26. Informe de conflictos EST CIMENTACIÓN vs HID AGUA POTABLE 62

Ilustración 27. Informe de conflictos EST CIMENTACIÓN vs HID AGUA LLUVIA62

Ilustración 28. Flujo de análisis 4D y 5D MEP.....63

Ilustración 29.Exportación desde el modelo 3D hidrosanitario hacia Presto.....64

Ilustración 30. Datos del proyecto dentro de Presto.....64

Ilustración 31. Creación de tareas y asignación de fechas 65

Ilustración 32. Simulación constructiva- Fecha 1 66

Ilustración 33. Simulación Constructiva- Fecha 2 66

LISTA DE ABREVIATURAS

ABREVIATURA	*DISCIPLINA*
4D	*Gestión de la programación (análisis de tiempos)*
5D	*Gestión de costos*
6D	*Evaluación de sostenibilidad*
BEP	*Plan de ejecución BIM*
EIR	*Requisitos de información del empleador*
LOD	*Nivel de desarrollo*
LOI	*Nivel de información*
RVT	*Extensión de archivo de Revit*
RFA	*Extensión de familia de Revit*
RTE	*Extensión de plantilla de Revit*
CDE	*Entorno común de datos*
IFC	*Formato de intercambio de datos*
RCI	*Instalaciones de red contra incendio*
APP	*Instalaciones de agua potable*
ALL	*Instalaciones de aguas lluvias*
ASS	*Instalaciones de aguas servidas*
ACU	*Acústico*
AMB	*Ambiental*
ARQ	*Arquitectura*
EST	*Estructura*
DAT	*Instalaciones de datos/telecomunicaciones*
BIM	*Building Information Modeling*
WIP	*Trabajo en progreso*
DM	*Control documental*
EII	*Instalaciones eléctricas*
MEP	*Mecánica, electricidad y plomería*

Tabla 1. Lista de Abreviaturas BIM
Realizado por: Elaboración propia

1 CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1 Modelado de información de la construcción

"La idea de crear modelos digitales para la construcción se remonta a la década de 1960, cuando surgió la necesidad de desarrollar representaciones digitales flexibles de edificaciones." (Guevara, 2020)

"BIM es una metodología de trabajo colaborativo aplicada al sector de la construcción, una colección de datos de un edificio organizados para facilitar la gestión de proyectos de ingeniería, arquitectura y construcción consiguiendo mejoras en el resultado y eficacia en los procesos. Todos los profesionales implicados en un proyecto de construcción pueden trabajar sobre un único proyecto en tiempo real con acceso a la misma información." (Gimenez, 2019)

En la actualidad BIM continúa expandiéndose gracias a tecnologías como la nube, que facilitan el trabajo remoto y la colaboración en tiempo real. Su futuro está vinculado al SIG. (Sistema de Información Geográfica).

La adopción de BIM ha permitido una mayor colaboración entre arquitectos, ingenieros y constructores, facilitando la detección anticipada de conflictos y reduciendo errores en la fase de construcción. Por otro lado, también ha mejorado el desarrollo y gestión de recursos, además ha proporcionado una visión más integral del ciclo de vida de los proyectos de construcción, es por eso que la implementación de la metodología es adecuada para este proyecto tomando en cuento el avance y aporte que permite tener durante el desarrollo de proyecto tomando en cuenta un flujo adecuado de trabajo bajo un protocolo pensado para este proyecto.

1.2 Descripción del proyecto

La propuesta de proyecto “Plaza cine” se ubica en la ciudad de Quito sobre la avenida de Los Granados una de las principales arterias de acceso a la ciudad, el sector además cuenta con varios equipamientos cercanos como una universidad, un centro comercial, supermercados y tiendas comerciales. Al estar ubicado en esta zona, el proyecto “Plaza Cine” se integra al equipamiento existente previamente mencionado, aportando un espacio de esparcimiento que beneficia tanto a los usuarios locales como a aquellos provenientes de áreas más alejadas de la ciudad.

En principio, la propuesta deberá incluir un programa complementario al uso principal, representado por las salas de cine. Este proyecto estará conformado por zonas de descanso y restaurantes, diseñados para garantizar una experiencia integral y fomentar la afluencia constante de usuarios al conjunto. Dadas estas condicionantes del proyecto arquitectónico además de la complejidad técnica de implementar las salas de cine y sus materiales constructivos, la adopción de la metodología BIM (Building Information Modeling) se presenta como una herramienta esencial para el desarrollo, optimización y evaluación del proyecto, cuyos detalles se abordarán a continuación.

1.3 Descripción de la ubicación de la propuesta

Ilustración 1. (Mapa predial DMQ, 2024) Ubicación del lote del proyecto
Fuente: Google Earth

La ilustración 1 demuestra la conformación del entorno inmediato al proyecto además de la vía de acceso principal sobre la avenida De los Granados, dentro de los registros prediales municipales encontramos la siguiente información relacionada al lote:

- Barrio/sector: El Batan
- Parroquia: Iñaquito
- Área grafica (según levantamiento topográfico): 9.888,51 m²
- Frente total: 73,64 m
- Forma de ocupación: Aislada
- Clasificación del suelo: (SU) Suelo urbano
- Uso suelo específico: (M) Múltiple
- COS PB: 40 %
- Retiros: Frontal=5m Lateral=3m Posterior=3m
- Número de pisos: 4

La tabla 2 a continuación muestra los puntos limite georreferenciados para el terreno donde se desarrollará la propuesta.

COORDENADAS WGS-84 UTM-17S		
PUNTOS	**NORTE**	**ESTE**
P1	9981355.3277	781204.8640
P2	9981352.3307	781279.5317
P3	9981213.8810	781276.8525
P4	9981216.9428	781204.9589

Tabla 2. Tabla de puntos georreferenciados
Fuente: Elaboración Propia

1.4 Argumentación y alcance

El cliente propietario del terreno con el objetivo de abrir una nueva línea de negocios en el área de entretenimiento ha planteado la necesidad de la construcción de salas de cine. Para el cumplimiento de este objetivo el cliente tiene varias necesidades

básicas descritas a través de un programa arquitectónico básico donde se resumen las siguientes áreas:

- Por lo menos 4 salas de cine completamente equipadas, con una capacidad de entre 140 a 150 usuarios por sala.
- Área de descanso y estadía media, semiabierta con áreas de cocina para restaurantes o cafeterías.
- Zona de parqueaderos según número de usuarios y normativa vigente.
- Área administrativa y de boleterías para 12 empleados.
- Áreas exclusivas y acceso independiente para empleados.
- Áreas técnicas necesarias para el correcto funcionamiento del establecimiento.

1.5 Justificación

Como parte de su planificación estratégica de nuevos proyectos, el cliente ha decidido contratar el diseño y construcción bajo metodología BIM (Building Information Modeling), con el objetivo de optimizar recursos y tiempo. Este enfoque permitirá mejorar el diseño, la coordinación y planificación del proyecto de manera más eficiente a través del uso de modelos integrados donde se podrá identificar y resolver interferencias entre disciplinas evitando así la mayor cantidad de contratiempos en la etapa de ejecución.

Otro de sus objetivos es minimizar el riesgo de afectación a los plazos y presupuestos a través de simulaciones avanzadas que vinculen las diferentes disciplinas con el cronograma de ejecución (4D) y el presupuesto (5D) asegurando el control de la ejecución y alineada con los objetivos del cliente. Los cuales de manera general son:

- Diseño y modelado de todas las especialidades y subespecialidades (Arquitectura, estructura y MEP).

- Propuesta para el uso y aplicación de materiales que optimicen tiempos de ejecución y costo.
- Elaboración de cronograma de ejecución y presupuesto.
- Coordinación general de la etapa de diseño.
- Transmisión de entregables finales.

Esta información se encuentra desplegada en el Anexo 1 correspondiente al EIR (Requisitos de información del empleador).

1.6 Planteamiento del problema

A partir de la información entregada por el cliente y sus requerimientos EIR (Requisitos de información del empleador) se da respuesta a través de la elaboración del BEP (Plan de ejecución BIM) donde se detallará:

- Objetivos de proyecto en relación con los usos BIM.
- Roles y responsabilidades del equipo desarrollador.
- Protocolos y estándares.
- Procesos y flujos de trabajo.
- Alcance de modelos BIM (LOD).
- Herramientas tecnológicas.
- Entregables.

Otro requerimiento del cliente es la evaluación de la envolvente y la propuesta de materialidad que deberá tener dicha envolvente de manera que justifique tanto en tiempo de ejecución como costo. En este apartado se planea la simulación constructiva y la evaluación de costos. Esta información se encuentra desplegada en el Anexo 2 correspondiente al BEP (Plan de ejecución BIM).

2 CAPÍTULO 2: OBJETIVOS Y RESULTADOS ESPERADOS

2.1 Objetivo General

El objetivo es evaluar la implementación de las diferentes envolventes que conformarán las 4 salas de cine a través de la metodología BIM para determinar la eficiencia del sistema constructivo, su costo y tiempo de ejecución.

2.2 Objetivos Específicos

- Desarrollo de modelos por disciplinas y subdisciplinas con niveles de desarrollo desde LOD 200 hasta LOD 350.
- Coordinación de modelos federados, auditados los cuales permitan identificar conflictos y asegurar la precisión del sistema constructivo.
- Detallar el modelo del sistema constructivo de la envolvente con el nivel de detalle adecuado para realizar los estudios de planificación temporal (4D) y control de costos (5D).

2.3 Resultados esperados

Los principales resultados deberán estar alineados con los requisitos de información del cliente EIR y los usos BIM a desarrollar. El documento de respuesta a estos requisitos, conocido como BEP, contemplará todos los procesos y protocolos de información que llevará a cabo la parte contratada.

La información de salida generada por la parte contratada deberá contar también con el nivel de desarrollo necesario para su ejecución además de la trazabilidad de dicha información y los medios digitales utilizados para este fin. La generación del componente administrativo relacionado con dichos entregables deberá estar sustentada con las simulaciones o corridas de coordinación especificadas dentro del BEP, por último, se deberá liberar los entregables finales a satisfacción del cliente en formato digital.

De esta forma permitirá optimizar el diseño, coordinar y planificar del proyecto de una forma más eficiente ya que a través de los modelos integrados, se pueden detectar y resolver interferencias entre disciplinas para garantizar que en el proceso de construcción no haya afectaciones ni de tiempo ni de presupuesto a causa de estas interferencias, garantizar la coherencia entre las especialidades y generar simulaciones que vinculen el modelo federado con el cronograma (4D) y el presupuesto (5D).

3 CAPÍTULO 3: IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM

La aplicación de la metodología en el proyecto Plaza Cine llega a ser una solución ante la necesidad de tener mayor control tanto de tiempo como presupuesto por el tipo de proyecto y complejidad de este ya que se tiene la opción de modelarlo digitalmente antes de construirlo con el fin de corregir y dar soluciones a tiempo en la etapa de anteproyecto según las directrices presentadas por el cliente.

3.1 Protocolos y documentación

En lo referente a protocolos y usos exigidos por el cliente, se estableció un marco en base a la norma ISO19650 en donde la información de entrada sea lo más completa posible estructurando los procesos de implementación, calidad, colaboración, objetivos, tiempos y presupuestos.

Para el desarrollo del protocolo del proyecto los contratos del equipo BIM con funciones y alcances claramente especificados, EIR y usos BIM estipulados dentro de el mismo, archivo de protocolos y estilos a utilizar y el BEP con información clara y flujos de trabajo bien establecidos.

- **Control de cumplimiento y plazos de entrega**

Al establecer los principales hitos del proyecto con los estándares de calidad deseados para cada modelo como son su formato, niveles de información y detalle (LOD) se establecerán los mecanismos que garanticen el cumplimiento como son auditorias de modelo, flujos de revisión y transmisiones.

- **Seguridad de datos y transparencia**

De acuerdo con lo establecido en el contrato con el cliente y en cumplimiento con la norma ISO19650, se garantiza la seguridad de la información compartida. Toda la documentación deberá ser almacenada y ordenada dentro del entorno común de datos (CDE) el cual como mínimo deberá regular los niveles de acceso, gestionar el control de

usuarios y sus roles, transparentar información entre las partes, registros de uso y trazabilidad del movimiento de información.

- **Alcance de las actividades**

Los hitos establecidos por la gerencia darán la ruta a seguir en conjunto con la documentación oficial del proyecto. La delimitación del trabajo mediante estos mecanismos de control tiene como objetivo que las actividades realizadas sean lo más eficiente posible, disminuyendo los retrasos en el cronograma y enfocadas en los objetivos principales y específicos del proyecto.

3.2 EIR (Requisitos de información del empleador) y usos BIM

"Este documento se establece como un método de comunicación de la parte contratante para definir los requisitos de información especificando las actividades y medios digitales necesarios durante la fase de entrega de un activo" (BibLus, s.f.).

Para dar inicio al proyecto fue de vital importancia la interpretación del EIR y definir claramente las solicitudes que nuestro cliente requería.

Se establecen los siguientes puntos clave dentro de los requerimientos, para dar cumplimiento efectivo a las necesidades del cliente y alcanzar los objetivos del proyecto:

- Descripción básica del proyecto
- Equipo de trabajo y roles a ejecutar
- Objetivo general
- Objetivos específicos
- Usos BIM
- Plan de entrega de información
- Requisitos de información
- Plantillas de proyecto BIM
- Nivel de detalle (LOD)

- Nivel de información (LOIN) requerido
- Requisitos de responsabilidad
- Protocolo de coordinación BIM
- Estándares de calidad y auditoría de modelos
- Protocolo de clasificación y nomenclatura
- Programas y licencias
- Entregables
- Conclusiones de la propuesta

El EIR (Anexo 1) fue realizado en función de la necesidad del propietario del terreno cuyo objetivo era abrir una nueva línea de negocios en el área de entretenimiento. Para el efecto, el cliente solicitó por lo menos 450 asientos para recuperar su inversión, por lo que se distribuyeron en 4 salas de cine con 120 butacas cada una. Asimismo, el cliente indicó la necesidad de diversificar el negocio implementando restaurantes un patio de comidas y oficinas administrativas.

Durante el proceso de diseño de especialidades, se determinó la necesidad de implementar por lo menos 20 baterias sanitarias, 2 baños para personas discapacitadas, y áreas de servicio para el personal.

El cliente proporcionó un diseño esquemático en 2D del proyecto, así como las especificaciones técnicas propias como lo son: tipo de aislamiento acústico y de iluminación, estructura para pasillo de proyección y detalle de pantalla. Además, el cliente menciona que le gustaría contar con un buen archivo de la información para etapas futuras de mantenimiento o remodelación del proyecto, también enfatizó en que construcción se debe realizar sin contratiempos con un presupuesto preciso.

Con estos elementos, se determinaron los usos BIM necesarios y los equipos de las disciplinas elaboraron la propuesta que se presenta en este trabajo.

- **Usos BIM aplicados según EIR**

Análisis de requerimientos del programa de arquitectura: Es el proceso en el cual se pueden plasmar los requerimientos del Cliente, este proceso permitió la toma de decisiones de diseño estructural, arquitectónico y MEP en la cual se determinó la posición de las salas de cine, restaurante, oficinas, baños y patio de comidas. Asimismo, se recomendó la fachada y las mejores opciones de para la cubierta del patio de comidas.

Obtención de documentación: Generar documentación gráfica y no gráfica que permita el entendimiento claro del proyecto para su construcción mediante el uso del entorno común de datos, en este caso Autocad Construction Cloud. Entregar un archivo de documentación que sirva para las etapas posteriores de mantenimiento o remodelación del proyecto.

Diseño de especialidades: Se deberá crear de los modelos necesarios para el correcto desarrollo del diseño y entregables tomando en cuenta el objetivo general y específicos del proyecto. Los modelos deberán contar con la información necesaria transferible a la base de datos inteligente la cual se puedan extraer la información relacionada a propiedades, cantidades, costos y programación.

Coordinación 3D: Incluirá el proceso de comparación, cruce y resolución de colisiones entre los distintos modelos desarrollados el uso N.7, el coordinador/a deberá encargarse de desarrollar un cronograma de hitos para las corridas de coordinación, elaborar diseño de la prueba y matriz especifica de interferencias. Después de lo cual se deberán entregar los informes/archivos correspondientes que evidencien la realización de la coordinación.

Modela 4D / Planificación de fases: Deberá contar con gestión y simulación de los diferentes modelos 3D para la elaboración de un cronograma o simulación 4D (tiempo) el cual reflejará la secuencia constructiva lógica del proyecto. También deberá

incluir con especial atención la simulación constructiva de las capas que conformaran la capa de envolvente de las salas de cine.

Estimación de cantidades y costos: Este uso procesara la información contenida en uno o todos los modelos BIM creados, los cuales deberán estar listos para extraer cantidades de componentes y materiales de estos, en base a esta información se deberá presupuestar todos los rubros de construcción inherentes al proyecto. La extracción, gestión y desarrollo del presupuesto deberá ser elaborado con una herramienta externa la cual certifique la calidad del entregable final.

Revisión de modelos de diseño: Revisión periódica de los modelos de arquitectura, estructura y MEP, de tal forma en la que se puedan llegar a las versiones definitivas alineadas a las preferencias del cliente.

3.3 Plan de ejecución BIM (BEP) y alcance del equipo de trabajo VisionBIM

La elaboración del BEP está alineado a las necesidades, objetivos y usos estipulados anteriormente por el EIR. Para dicho documento se debe tener en cuenta buenas prácticas y cumplimiento de la norma ISO 19650, también se ha tomado en cuenta la referencia de el plan BIM Chile y su referencia de cómo desarrollar un pre BEP y un BEP definitivo adaptados al proyecto y necesarios para las actividades internas del equipo de trabajo. En general el BEP ahonda en los requisitos de información del cliente en relación con los procesos, flujos y actividades establecidas por VisionBIM para la correcta entrega del proyecto. Este archivo se encuentra como Anexo 2.

- **Información del Proyecto**

A continuación, en la tabla 3 se detalla la información primordial del proyecto.

Promotor	**UISEK**
Nombre del proyecto	“PLAZA CINE”

Ubicación del proyecto	Av. De Los Granados 3677506, Sector Iñaquito, Parroquia El Batán, en la ciudad de Quito.
Descripción breve del proyecto	Complejo que consta de una plaza con patio de comidas, 4 salas de cine y evaluación de envolvente de estas, boletería, baños, bodega, pasillos de circulación, área de parqueaderos.
Área del predio	10147,22m2
Área de construcción	8555,72m2
Numero de predio	3677527

Tabla 3. Información del proyecto
Fuente: Elaboración Propia

- **Hitos relevantes**

No.	HITO	FORMATO	RESPONSABLE
1	EIR	.pdf	Gerente BIM
2	PRE BEP	.pdf	Gerente BIM
3	BEP	.pdf	Gerente BIM
4	Anteproyecto volumétrico	.pdf	Coordinador BIM
5	Plantillas de trabajo	.rfa	Coordinador BIM
6	Modelo arquitectónico	.rvt	Líder arquitectura
7	Modelo estructural	.rvt	Líder estructura
8	Modelo MEP	.rvt	Líder MEP
9	Coordinación de interferencias	.nwd	Coordinador BIM
10	Planos arquitectónicos	.pdf	Líder arquitectura
11	Planos estructurales	.pdf	Líder estructura
12	Planos MEP	.pdf	Líder MEP
13	Simulación Constructiva	.nwd	Coordinador BIM
14	Presupuesto de obra	.presto	Gerente/Coordinador BIM

Tabla 4. Hitos relevantes del proyecto
Fuente: Elaboración Propia

- **Organigrama del equipo de trabajo**

Dentro de la estructura de trabajo y el equipo que conforma VisionBIM se planifica la contratación de 4 plazas de trabajo para el desarrollo de las principales

diciplinas del proyecto. Dicho alcance de los trabajos a desarrollar se establece a través del contrato de cada uno de los integrantes del equipo

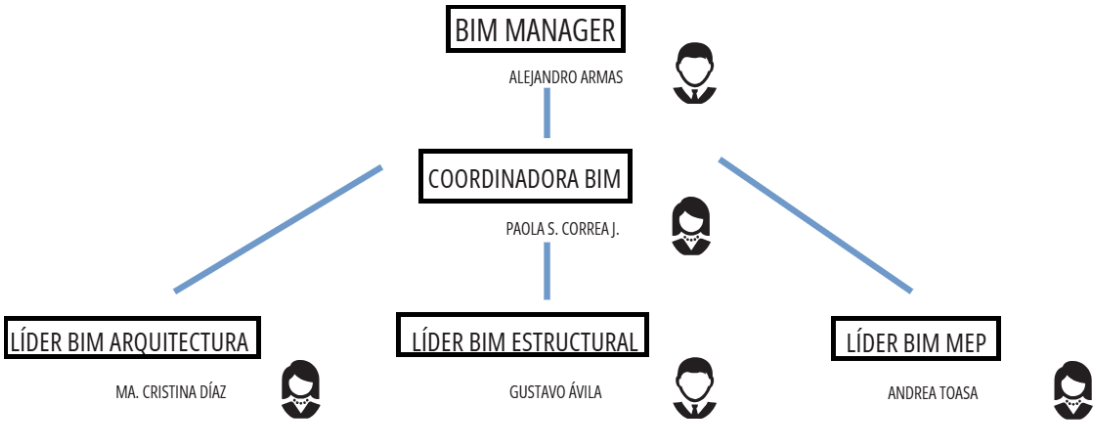


Ilustración 2. Organigrama del equipo de trabajo- Oficina VisionBIM
Fuente: Elaboración Propia

- **Roles y Responsabilidades**

Gerente BIM:

- Coordinación de diseño arquitectónico base
- Supervisar y coordinar todas las actividades relacionadas con BIM en el proyecto.
- Asegurar la integración y colaboración entre todas las disciplinas.
- Gestionar la implementación de BIM y garantizar el cumplimiento de los objetivos del proyecto.
- Análisis de costos y presupuestación general de la Obra
- Planificación del cronograma de Obra

Coordinador BIM:

- Entrega de Plantillas de vista de cada disciplina y libro de estilos.
- Coordinar el flujo de información entre los diferentes equipos y disciplinas.
- Asegurar la correcta implementación de los estándares y protocolos BIM.

- Revisión de calidad de los modelos
- Realizar revisiones periódicas del modelo BIM para identificar y resolver posibles conflictos.
- Verificación de cumplimiento de las normativas de los modelos

Líder de Arquitectura:

- Creación y supervisión del modelo 3D
- Colaborar con los equipos estructurales y MEP para asegurar la coherencia del diseño.
- Participar en la elaboración del libro de estilo de arquitectura y plantillas de vistas de arquitectura
- Resolución de las colisiones disciplinares
- Elaboración de la documentación y entregables de acuerdo con lo descrito en el contrato según su disciplina.

Líder Estructural:

- Diseñar, analizar y modelar la estructura del edificio, asegurando su estabilidad y seguridad.
- Coordinar con el equipo de arquitectura para integrar los elementos estructurales en el diseño general.
- Participar en la elaboración del protocolo de estilo y plantillas de vistas
- Resolver las colisiones disciplinares
- Elaboración de la documentación y entregables de acuerdo con lo descrito en el contrato según su disciplina.

Líder MEP:

- Diseñar, planificar y modelar los sistemas mecánicos, eléctricos e hidrosanitarios del proyecto.
- Asegurar que los sistemas MEP cumplan con las normativas vigentes y no interfieran con otros elementos del proyecto.
- Colaborar con los equipos de arquitectura y estructura para integrar los sistemas MEP en el diseño general.
- Participar en la elaboración del protocolo de estilo y plantillas de vistas
- Desarrollo de los flujos de trabajo de la disciplina
- Resolver las colisiones disciplinares
- Elaboración de la documentación y entregables de acuerdo con lo descrito en el contrato según su disciplina.

- **Nivel de detalle por elementos arquitectónicos, estructurales y MEP (LOD)**

En la Tabla 5. LOD recomendado por la Penn State University para cada Uso Bim
, se muestra la recomendación de LOD de la Penn State University de acuerdo con los usos BIM, los cuales se han tomado como referencia para seleccionar el nivel de detalle de los elementos, respondiendo a los usos BIM aplicados en el proyecto.

USOS BIM		DESCRIPCIÓN	LOD recomendado Penn state Univerity
1	**Análisis de requerimientos del programa de arquitectura**	Es el proceso en el cual se pueden plasmar los requerimientos del Cliente, este proceso permitió la toma de decisiones de diseño estructural, arquitectónico y MEP en la cual se determinó la posición de las salas de cine, restaurante, oficinas, baños y patio de comidas. Asimismo, se recomendó la fachada y las mejores opciones de para la cubierta del patio de comidas.	200
2	**Obtención de documentación**	Generar documentación gráfica y no gráfica que permita el entendimiento claro del proyecto para su construcción mediante el uso del entorno común de datos, en este caso Autocad Construction Cloud	200

3	**Diseño de especialidades**	Desarrollo de los modelos arquitectónico, estructural y MEP, tomando en cuenta las necesidades del proyecto (aislamiento acústico, iluminación en salas, estructura, sistemas MEP, recolección de aguas lluvia)	300
4	**Modelado 4D**	Planificación de la fase de construcción tomando en cuenta todas especialidades	300-350
5	**Revisión de modelos de diseño**	Revisión de los modelos de arquitectura, estructura y MEP.	300
6	**Estimación de costos y cantidades de obra**	Obtener las cantidades de obra a partir de un modelo en 3D que permita realizar un presupuesto exacto	200-300
7	**Coordinación de modelo**	Detección de interferencias e incompatibilidades con otras especialidades de tal forma que no se presenten conflictos durante la construcción del proyecto.	350

Tabla 5. LOD recomendado por la Penn State University para cada Uso Bim
Fuente: Elaboración propia.

Con la finalidad de cumplir los usos Bim antes expuestos, se determinó que los niveles de desarrollo necesarios son los expuestos a continuación:

Arquitectura

LOD 300: Los elementos arquitectónicos como puertas, ventanas, paredes, pisos, mobiliario fijo, estarán modelados con precisión en cuanto a forma, tamaño, ubicación y orientación.

LOD 350: Los elementos arquitectónicos con detalles específicos de construcción, como capas de aislamiento acústico en las paredes, materiales antideslizantes en los pisos y acabados específicos, tendrán mayor detalle

Estructura

LOD 300: La estructura metálica del galpón estará modelada con precisión en cuanto a tamaño, forma, ubicación y orientación se debe Incluir detalles de los perfiles de acero y conexiones básicas.

LOD 350: Se incluyen detalles específicos de las conexiones estructurales, métodos de ensamblaje y cualquier refuerzo necesario

MEP (Mecánica, Eléctrica e Hidrosanitaria):

LOD 200: Los sistemas MEP estarán modelados esquemáticos, con una geometría aproximada en cuanto a tamaño y ubicación.

LOD 300: Los sistemas MEP estarán modelados con precisión en cuanto a tamaño, forma, ubicación y orientación. Incluye detalles de las tuberías de agua potable, sistemas contra incendios y conductos de ventilación y aire acondicionado.

- **Nomenclatura de archivos**

Todos los archivos pertenecientes al proyecto Plaza Cine, tendrá una nomenclatura específica, con la siguiente estructura:

PPP	***FFF***	***AAA***	***DDD***	***TTT***	***ZZ***	***NNN***	***SSSS***
Tipología del proyecto	*Nombre del proyecto*	*Fase*	*Disciplina*	*Tipo*	*Zona*	*Nivel*	*Número*

Tabla 6. Estructura nomenclatura de archivos
Fuente: Elaboración Propia

Las abreviaturas a usarse se describen de forma más detallada en el BEP (Anexo 2).

o Coordinación de modelos

La coordinadora BIM, es la encargada de combinar los modelos disciplinares individuales (arquitectura, estructura, MEP) en un modelo federado para su revisión con Navisworks con el fin de detectar interferencias geométricas y revisar estándares de calidad del modelo. Las pruebas de interferencias multidisciplinares se realizarán de acuerdo con la matriz de interferencias (imagen) desarrollada por la misma coordinadora BIM.

MATRIZ DE CHEQUEOS DE INTERFERENCIAS

SISTEMAS

NIVEL DE GRAVEDAD		ARQUITECTÓNICO						ESTRUCTURAL								HVAC					ELÉCTRICO						HIDROSANITARIO				SCI	
		ARQ MUROS	ARQ CIELO FALSO	ARQ VENTANERÍA	ARQ FACHADA	ARQ PISOS	ARQ CUBIERTA	EST CIMENTACIÓN	EST CONTRAPISO	EST COLUMNAS	EST CERCHAS	EST VIGAS	EST LOSAS COLABORANTES	EST GRADERÍOS	EST FRISOS	HVAC DUCTOS	HVAC DUCTOS FLEXIBLES / MANGAS	HVAC DIFUSORES Y REJILLAS	HVAC EQUIPOS	HVAC TUBERÍA COBRE	IIEE ILUMINACIÓN (TUBERÍA, LÁMPARAS, INTERRUPTORES)	IIEE DETECCIÓN (TUBERÍA YEQUIPOS)	IIEE AUDIO Y VIDEO (TUBERÍA Y EQUIPOS)	IIEE TABLEROS ELÉCTRICOS	IIEE BANDEJAS PORTACABLES	IIEE DATOS (TUBERÍA Y RACK)	HID AGUA POTABLE	HID TUBERÍA AGUA LLUVIA	HID TUBERÍA AGUA SERVIDA	HID PIEZAS SANITARIAS	SCI TUBERÍA	SCI ROCIADORES
		Tolerancia = 1cm						Tolerancia = 1cm								Tolerancia = 1cm					Tolerancia = 1cm						Tolerancia = 1cm				erancia = 1	
SISTEMAS	NIVEL DE GRAVEDAD																															
ARQUITECTÓNICO	ARQ MUROS	D	1	1	N	2	N	N	3	1	3	3	3	3	N	N	N	N	3	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	ARQ CIELO FALSO		D	3	N	N	N	N	N	3	1	1	1	3	N	2	2	N	2	2	N	N	4	N	3	4	3	3	3	N	3	N
	ARQ VENTANERÍA FACHADA			D	3	N	2	N	4	4	2	N	4	N	N	N	N	N	N	N	N	4	N	2	N	N	N	N	N	N	N	N
	ARQ FACHADA				D	N	3	N	N	N	3	N	N	N	3	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	4	N	N	N	N
	ARQ PISOS					D	N	1	N	2	N	N	N	1	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	ARQ CUBIERTA						D	N	N	1	3	3	N	N	2	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
ESTRUCTURAL	EST CIMENTACIÓN							D	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	2	2	2	N	N	N
	EST CONTRAPISO								D	4	N	N	N	2	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	EST COLUMNAS									D	3	3	4	N	N	3	3	N	3	3	N	N	N	N	3	N	4	4	4	N	4	N
	EST CERCHAS										D	N	N	N	N	3	3	N	3	3	N	N	N	N	3	N	3	3	3	N	3	N
	EST VIGAS											D	N	N	N	3	3	N	3	3	N	N	N	N	3	N	3	3	3	N	3	N
	EST LOSAS COLABORANTES												D	2	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	EST GRADERÍOS													D	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	EST FRISOS														D	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
HVAC	HVAC DUCTOS															D	N	N	3	N	N	N	N	N	3	N	3	3	3	N	3	N
	HVAC DUCTOS FLEXIBLES / MANGAS																D	N	3	3	N	N	N	N	3	N	3	3	3	N	3	N
	HVAC DIFUSORES Y REJILLAS																	D	N	N	4	N	4	N	N	N	N	N	N	N	N	4
	HVAC EQUIPOS																		D	N	N	N	N	N	3	N	3	3	3	N	3	N
	HVAC TUBERÍA COBRE																			D	N	N	N	N	3	N	3	3	3	N	3	N
ELECTRICO	IIEE ILUMINACIÓN (TUBERÍA, LÁMPARAS, INTERRUPTORES)																				D	4	4	N	3	4	3	3	N	N	3	N
	IIEE DETECCIÓN (TUBERÍA YEQUIPOS)																					D	4	N	3	4	3	3	N	N	3	N
	IIEE AUDIO Y VIDEO (TUBERÍA Y EQUIPOS)																						D	N	3	4	4	4	N	N	4	N
	IIEE TABLEROS ELÉCTRICOS																							D	N	N	N	N	N	N	N	N
	IIEE BANDEJAS PORTACABLES																								D	N	3	3	N	N	3	N
	IIEE DATOS (TUBERÍA Y RACK)																									D	4	4	N	N	3	N
HIDROSANITARIO	HID AGUA POTABLE																										D	2	2	N	4	N
	HID TUBERÍA AGUA LLUVIA																											D	2	N	3	N
	HID TUBERÍA AGUA SERVIDA																												D	N	3	N
	HID PIEZAS SANITARIAS																													D	N	N
SCI	SCI TUBERÍA																														D	N
	SCI ROCIADORES																															D

N	Descartar colisión
D	Chequear duplicados
1	Interferencias Críticas
2	Interferencias Altas
3	Interferencias moderadas
4	Inferferencias menores

Ilustración 3. Matriz de Interferencias
Fuente: Elaboración propia

- **Entregables**

  Documentos Iniciales

  - Planos de diseño 2D
  - Modelo conceptual 3D
  - Modelos BIM por disciplinas
  - Modelo arquitectónico: Espacios comerciales, salas de cine, áreas comunes, acabados, detalles constructivos, etc. Formato .rvt
  - Modelo estructural: Sistema de soportes, cimentación, vigas y columnas. Formato .rvt
  - Modelo MEP: Sistema HVAC, eléctricos e hidrosanitario. Formato .rvt
  - Dos renders de fachadas y 2 de espacios interiores

  Documentación Técnico - Económica

  - Planos constructivos extraídos del modelo BIM en los que incluyen plantas, cortes, detalles y elevaciones.
  - Listados de cantidades: Mediciones precisas extraídas del modelo para estimaciones y presupuestos de obra
  - Cronograma 4D: Vinculación del modelo con el plan de construcción para simular las etapas del proyecto.
  - Planificación 5D: Presupuesto por disciplina y general del proyecto.

Entregable	Fase del Proyecto	Responsable de la entrega	Formato de Entrega
BEP	Diseño	Gerente BIM	.pdf
Modelo Arquitectónico	Diseño	Líder arquitectura	.rvt/.pdf
Modelo Estructural	Diseño	Líder estructura	.rvt/.pdf
Modelo Hidrosanitario	Diseño	Líder MEP	.rvt/.pdf
Modelo Eléctrico	Diseño	Líder MEP	.rvt/.pdf
Modelo Sistema contra incendios	Diseño	Líder MEP	.rvt/.pdf
Modelo Mecánico	Diseño	Líder MEP	.rvt/.pdf

Modelo de coordinación y matriz de interferencias	Diseño	Coordinador BIM	.nwd
Planos	Diseño	Líder arq/est/mep	.pdf/.dwg
Planificación de obra por disciplina	Planificación	Líderes ARQ/EST/MEP	.nwd
Planificación de obra general	Coordinación	Coordinadora	.nwd .mp4
Presupuesto de obra	Planificación	Gerente BIM	.pzh/.pdf

Tabla 7. Lista de entregables
Fuente: Elaboración propia

- **Hitos de entregables**

Para planificación con fecha de los entregables se toma en consideración la fecha en la que se debe ir entregando la información por parte de los líderes de las disciplinas las cuales fueron entregadas por la coordinadora.

Hito de Coordinación	**Colocación/Coordinación /Detección**	**Fecha**
Hito 1	Coordinación de disciplinas. Coordinar con estructura según planos arquitectónicos base para resolución de la ingeniería. Definición de Área de cisterna, cuarto eléctrico, equipos HVAC	21/1/2025
Detección H1	Detección de conflicto Hito 1 Arq y Est	28/1/2025
Hito 2	Revisión de arquitectura y estructura para diseño definitivo con acabados	3/1/2025
Hito 3	Coordinación con MEP para definiciones de modelos según los últimos acabados arquitectónicos	3/1/2025
Hito 4	Coordinación con MEP con el modelo arquitectónico aprobado.	3/1/2025
Detección H2	Detección de conflictos Hito 1. Arquitectura 80%, Estructura 80% y MEP Hid 80%	6/1/2025
Hito 5	Entrega de los modelos arquitectónico 95%, estructura 100% y MEP Hid,eléctrico, HVAC 90%	10/2/2025
Detección H3	Detección de conflictos Hito 1 arquitectura, estructura y MEP	11/2/2025
Hito 6	Entrega de modelo arquitectónico, estructura y MEP 100%	15/2/2025
Detección H4	Detección de conflictos Hito 1 Arquitectura 100%, estructura 100% y MEP 100%	16/2/2025

Tabla 8. Hitos de entregarles de coordinación
Fuente: Elaboración propia

3.4 Auditoria y aseguramiento de calidad de los modelos

Para garantizar la calidad e integridad de los modelos se deberá realizar un proceso de auditoría interna de cada modelo por disciplina garantizando cumplimiento de la norma ISO 19650 y del manual de buenas prácticas de Revit 2024, entre los parámetros analizados están: resolución de avisos, desarrollo del modelo, ubicación y georeferenciación, depuración de los modelos y sistemas de familias.

3.5 Selección de Herramientas tecnológicas

Para las fases iniciales de diseño y coordinación, se eligió la suite de Autodesk junto con sus módulos relacionados, debido a que proporciona una herramienta integral para el diseño y la gestión BIM, cumpliendo con normas y protocolos reconocidos a nivel internacional.

- **Revit 2024 (Modelado de disciplinas y producción de entregables):**

Para la etapa de diseño y modelado se utilizará para modelo de arquitectura, estructura, sistema hidrosanitario, HVAC, eléctrico y electrónico (MEP). Con el cual se obtendrá:

- Modelo 3D
- Documentación técnica
- Extracción de cantidades y partidas presupuestarias hacia Presto 2024.

Uso practico aplicado en el proyecto: Modelo de sistema constructivo propuesto en fachada y posterior cuantificación de sus partes básicas: acabados internos aislantes como gypsum, lana de vidrio y tapizón de tela, núcleo de mampostería de bloque prensado macizo de 20cm y al exterior paneles de aluminio compuesto (Alucobond).

Navisworks 2024 (Coordinación y simulación 4D):

Revisión y coordinación y simulación del proyecto, por lo tanto, permitirá:

- Coordinar los modelos de las diferentes disciplinas

- Determinar las interferencias de los modelos
- Revisión y validación de los modelos

Uso practico aplicado en el proyecto: Programación temporal del sistema constructivo de fachada y sus partes. Ayudará a evaluar la ruta crítica de instalación de la fachada.

- **Presto 2024 (Costos y presupuestos de obra 5D):**

Permitirá la gestión económica y financiera del proyecto, por lo que permitirá:

- Presupuestar el proyecto
- Controlar costos

Uso practico aplicado en el proyecto: Dentro de la propuesta elaborada para el análisis de materiales a utilizar en la fachada se realzo un análisis comparativo donde se presentaron tres opciones de fachada para recubrir el núcleo de bloque interno.

3.6 Archivo de protocolo interno y estilos

El gerente BIM junto con la coordinadora BIM, han establecido los parámetros bajo los cuales los modeladores deberán trabajar. Mismos que están descritos en el manual de estilos (Anexo 3), dentro del cual se contemplan los siguientes puntos:

- Criterios específicos y generales de modelado
- Proceso de auditoría de modelos
- Estándares y normas utilizadas
- Organización del árbol de carpetas del entrono común de datos
- Unidades disciplinares a utilizar
- Método de georeferenciación de los modelos
- Abreviaturas
- Métodos de intercambio de información disciplinar
- Granularidad de los modelos

- Nomenclatura de los elementos
- Tipo y tamaño de letra

3.7 Entorno Común de datos

La implementación de un entorno común de datos (CDE) es fundamental en la metodología BIM, ya que establece un sistema de trabajo colaborativo que centraliza la información en un único espacio accesible para todos los participantes del proyecto. Este entorno permite el acceso en tiempo real a un conjunto compartido de datos, optimizando su gestión y facilitando la colaboración. Además, cuenta con mecanismos de seguridad que controlan el acceso, asegurando que cada usuario solo pueda visualizar la información correspondiente a su rol y responsabilidades dentro del proyecto.

La oficina VisionBIM hace uso de la plataforma Autodesk Construction Cloud (ACC) basada en la nube, la cual ofrece herramientas diseñadas para el trabajo colaborativo. Proporcionando un espacio centralizado y seguro para gestionar la información. Además, ACC incluye herramientas avanzadas para el seguimiento de actividades, control de versiones de documentos y gestión de cambios, lo que asegura queel equipo tenga acceso a las versiones más recientes y se eviten errores o confusiones. El gerente BIM junto con la coordinación BIM, han dispuesto un orden de carpetas, además que se han encargado de habilitar los permisos de acuerdo con el rol de cada miembro del equipo.

Dentro del ACC se trabaja con el siguiente orden de carpetas, basado de acuerdo con la ISO 19650:

01-Trabajo en progreso (WIP): Donde se encuentra la información desarrollada por el equipo de trabajo, esta información solo es visibles y accesible para el equipo de trabajo creador.

02-Compartido: Información que ha sido aprobada para ser compartida con las demás partes involucradas, esta información es visible y accesible mas no editable, si se requiere de una edición la información debe volver al estado de trabajo en progreso

03-Publicado: Información cuyo uso ha sido autorizado para el diseño o construcción de un nuevo proyecto. La información de un proyecto final solo contiene datos que se encuentren en estado publicado o a su vez archivado.

04-Archivado: Registro completo de toda la información que ha sido compartida y publicada durante el proceso de gestión de la información.

A continuación, en la Ilustración 4 se presenta la organización de la información:

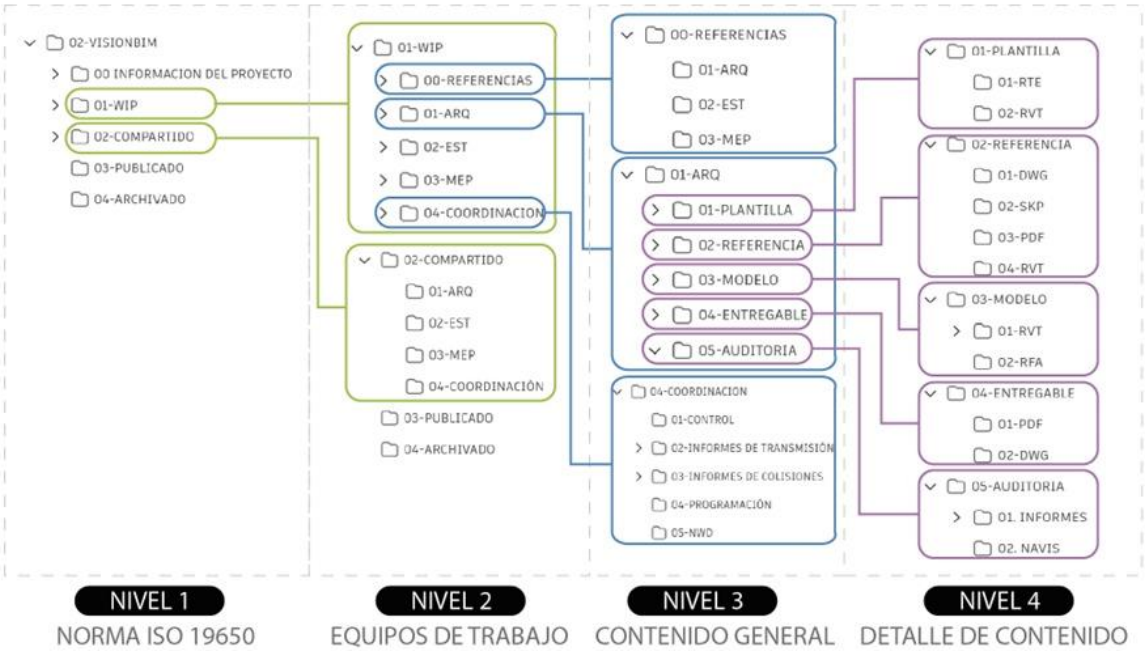


Ilustración 5. Organización de carpetas dentro de ACC
Fuente: Elaboración propia

3.8 Medidas emergentes para garantizar la continuidad del trabajo

Para no perder ningún tipo de información ni continuidad en el trabajo realizado por cualquier eventualidad como la falta de algún integrante del equipo o suspensión repentina del servicio, se prevé el uso de diferentes estrategias emergentes que garanticen la continuidad e integridad el trabajo.

3.9 Gestión de la información

Una comunicación clara, oportuna y asertiva es indispensable en el entorno BIM, el equipo de trabajo de VisionBIM aplicó las siguientes estrategias de comunicación:

Reuniones periódicas: Se mantuvieron reuniones virtuales todos los lunes a las 19h00 para discutir sobre los avances realizados cada semana, así como para resolver cualquier duda o inquietud que se haya presentado. Como resultado se realizaron actas de reunión (Anexo 4) en donde se especificó el desarrollo de la reunión y los compromisos adquiridos por cada miembro del equipo para la siguiente semana.

Para el efecto se utilizó la aplicación de reuniones programadas de Google meets, la cual permite tener un tiempo de reunión ilimitado y compartir pantalla para que la reunión sea lo más productiva posible.

Estructura del acta de reunión:

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK	VISION BIM	ACTA DE REUNIÓN	Proyecto: PLAZA CINE Cliente: UISEK Contratista: VISION BIM

MINUTA Nº	01	CONTENIDO	MINUTA EQUIPO DE TRABAJO	D	M	A
				30	10	2024
LUGAR:	Videoconferencia					
HORA:	18:00 hrs.					
OBJETIVO:	Presentación de proyecto					

PARTICIPANTES

Miembros de equipo presente

- Alejando Armas – Gerente – Bim_Vision BIM
- Paola Correa – Coordinador Bim–Vision BIM
- María Cristina Díaz – Líder Arquitectura BIM
- Gustavo Ávila – Líder Estructura Bim – Vision BIM
- Andrea Toasa – Líder MEP Bim – Vision BIM

RESUMEN

a. Presentación de equipo de trabajo.
b. Presentación de proyecto a implementar al cliente.

REALIZADO POR
Paola S. Correa J.

Ilustración 6. Formato de minuta de reunión
Fuente: Elaboración propia

Durante la ejecución del proyecto se han mantenido las siguientes reuniones:

No.	Fecha	Tema / Objetivos	Observaciones
1	30-oct-24	Reunión de arranque	
2	7/11/2024	Explicación entorno común de datos	
3	14/11/2024	Lineamientos de modelado inicial, definición de norte real y norte de proyectos a partir de plano georeferenciado.	
4	18/11/2024	Revisión del avance de modelo estructural y arquitectónico	
5	23/11/2024	Establecer flujos de revisión y permisos.	
6	26/11/2024	Revisión del avance de modelo estructural y arquitectónico	
7	27/11/2024	lineamientos para uso de carpeta compartida y entorno colaborativo con Revit	
8	28/11/2024	Automatización de flujos de trabajo en ACC	
9	4/12/2024	Verificación de sistemas de clasificación	
10	9/12/2024	Revisión del avance de modelo estructural y arquitectónico	
11	16/12/2024	Revisión del avance de modelo estructural y arquitectónico	Líder de arquitectura ausente por maternidad.
12	6/1/2025	Revisión de avances de modelo por cada disciplina	
13	13/1/2025	Definición de conjuntos de coordinación en Naviswork para realizar la detección de interferencias por medio de la herramienta “clash detection”.	
14	20/1/2025	Revisión de las incidencias realizadas en el Autocad Construction Cloud	
15	27/1/2025	Entrega de modelos arquitectónico y estructural al 90% de avance mediante un flujo de aprobación en Autocad Construction Cloud	

Tabla 9. Programación Avance de trabajo
Fuente: Elaboración propia

Reportes: La plataforma Autodesk Construction Cloud permite reportar incidencias y comentarios, indicar observaciones específicas dentro de los modelos de tal forma que sea fácil para los modeladores identificar y corregir; esta herramienta permite poner comentarios, haciendo la comunicación entre los especialistas asertiva. En el Anexo 5 de las incidencias se puede observar un informe con 214 incidencias de todas las especialidades y sus respectivos comentarios, como por ejemplo la incidencia 148 que se muestra a continuación:

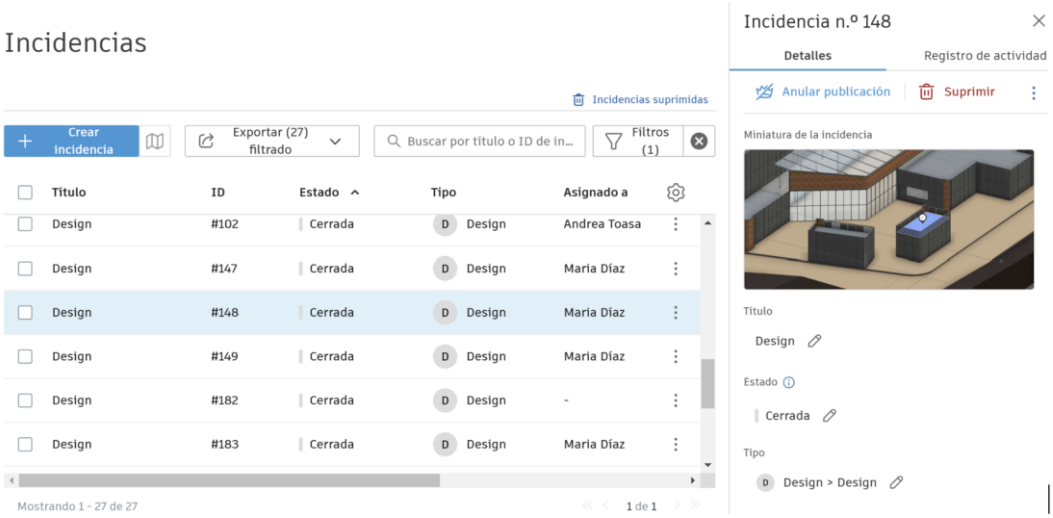


Ilustración 7. Incidencia 148
Fuente: Elaboración propia

Estos comentarios también son notificados mediante correo electrónico para que los miembros del equipo puedan atender la observación oportunamente.

Comunicación directa mediante llamada o mensaje de texto: También se ha utilizado la aplicación WhatsApp como forma de comunicación en caso de no tener acceso a la plataforma Autodesk Construction Cloud, particular que sucedió por la falta de electricidad durante los cortes de luz aplicados en noviembre y diciembre.

Para esto, se creó un grupo de WhatsApp con todos los integrantes de tal forma que cualquiera pueda escribir y conocer las inquietudes del resto del equipo. De todas maneras, en las reuniones semanales se aclaraban los puntos tratados mediante mensajes de texto.

Matriz de control de actividades: Para el seguimiento de las actividades desarrolladas se elaboró un documento compartido de Google sheets. Donde se establecieron los entregables definidos para cada entrega y fechas límites de entrega. El documento también permitió la comunicación entre los integrantes del equipo y llevar una agenda actualizada de entregas.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	Q	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE
1	ACTIVIDAD GENERAL	PLAZA CINE	AUTOMATICO		ESTADO	OKI	18		ENERO S-1	ENERO S-2	ENERO S-3						
2			LISTO	16		OBS	36										
3			WIP	62													
4		BIM MANAGER	AA	EQUIPO	GA	CD											
5		COORDINADORA	PC		AT	TODOS											
6												ACTIVIDADES ENERO - SEMANA 03					
7		ACTIVIDAD	ESTADO	RESP	PROCEDIMIENTO	COMENTARIO	APROBACIÓN	FECHA ENTREGA				01-20	01-21	01-22	01-23	01-24	01-25
8	DOCUEMNTACION GENERAL TESIS	Revisión de Trabajo de titulación general	WIP	AA	-Establecer formato homogeneo del docuemnto base. - Revisión de normas APA - Mejor articulación en las conclusiones generales y de los roles		OBS	22/01/2025				- Avence de titulo, resuemn de doc. general	- Abance de introduccion, descripcion del proyecto y objetivos - Formato de docuemnto e Indice general del docuemnto	- Avance de CAP 1 Introduccion	- Avance de CAP 1 Introduccion	- Avance de CAP 1 Introduccion	- Avance de CAP 3 Introduccion
9		Avance del Plan de ejecución BIM	WIP	AA	- Agregar matriz básica de interferencias		OBS	22/01/2025									
10		Avance del EIR	WIP	AA	- Coincidir los usos y objetivos generales y específicos contenidos en el documento general de tesis	- Revisar puntos pendientes de revisión en rojo dentro del doc. - Revisar documento enviado por Violeta para completar info.	OBS	22/01/2025									- Revisar
11		Actas y minutas de reunión	LISTO	PC	- Cada reunión interna y reunión de tutoría debe tener su respectiva acta y/o minuta	- Actas y minutas al dia	OKI										
12			WIP														
13			WIP														
14			WIP														
15			WIP														
16																	

Ilustración 8. Documento de control de avance en tiempo real
Fuente: Elaboración Propia

4 CAPÍTULO 4: ROL LÍDER MEP

Los edificios se componen de estructuras complejas, esto incluye al sistema mecánico, eléctrico y plomería (MEP) debido a su necesidad de funcionar en todo el edificio. Los sistemas MEP son cruciales para proporcionar servicios y asegurar un ambiente interior saludable para las personas que se quedan en el edificio por un largo período. Un buen diseño de este sistema garantizará la sostenibilidad de la estructura, disminuirá el impacto negativo en el medio ambiente y mejorará la salud y la comodidad de las personas.

4.1 Rol líder MEP

Dentro de la metodología BIM los roles no se entiende como cargos dentro de la empresa, sino más bien con funciones y responsabilidades asignadas dentro del equipo de trabajo.

El rol de Líder MEP dentro de la metodología BIM resulta crucial para asegurar la coordinación y gestión eficiente de los sistemas hidrosanitarios, eléctricos y mecánicos en proyectos de construcción.

Se puede definir al líder MEP como el profesional encargado de las tareas relacionadas a Mecánica, Electricidad y Plomería, dichas tareas deben estar de acuerdo a la información solicitada por parte del Gerente BIM por medio del Plan de Ejecución BIM (BEP)

4.2 Objetivos del Rol

- **Objetivo General**

Desarrollar los sistemas MEP dentro de la metodología BIM, para la gestión, coordinación y análisis de estos sistemas dentro del proyecto PLAZA CINE.

- **Objetivos Específicos**
  - Entregar toda la información requerida en el BEP, a través de la gestión de un modelo BIM.
  - Garantizar la calidad de los modelos de los sistemas MEP, que cumplan con la normativa, estándares y objetivos del proyecto.
  - Gestionar la actualización continua de la información del proyecto durante todo su ciclo de vida.

4.3 Funciones y responsabilidades del rol

Dentro de las funciones del Líder MEP, asignadas por el BIM Manager y posteriores acordadas dentro de un contrato de trabajo:

- Desarrollar el modelo 3D MEP (fontanería, electricidad y HVAC)
- Participar en la elaboración del protocolo de estilo y plantillas de vistas
- Desarrollo de los flujos de trabajo de la disciplina.
- Resolver las colisiones disciplinares
- Elaboración de la documentación y entregables de acuerdo a lo descrito en el contrato según su disciplina.

4.4 Entorno Común de Datos

La empresa VisionBIM gestiona la información a través de la plataforma Autodesk Construction Cloud.

La organización de carpetas para el líder MEP está dada por un sistema de carpetas y subcarpetas. Para la disciplina MEP se parte de un diseño de carpeta 03-MEP dentro de la cual se encuentran subcarpetas de acuerdo a la subdisciplina correspondiente. Dentro de cada subcarpeta se encuentra una plantilla otorgada por el coordinador BIM para empezar el modelado con un orden de navegador y plantilla de vista establecidos.

Los modelos realizados son subidos y actualizados en la carpeta 03-MODELO de cada subdisciplina.

A continuación, en la Ilustración 9 se presenta la distribución de carpetas disponibles para el Líder MEP.

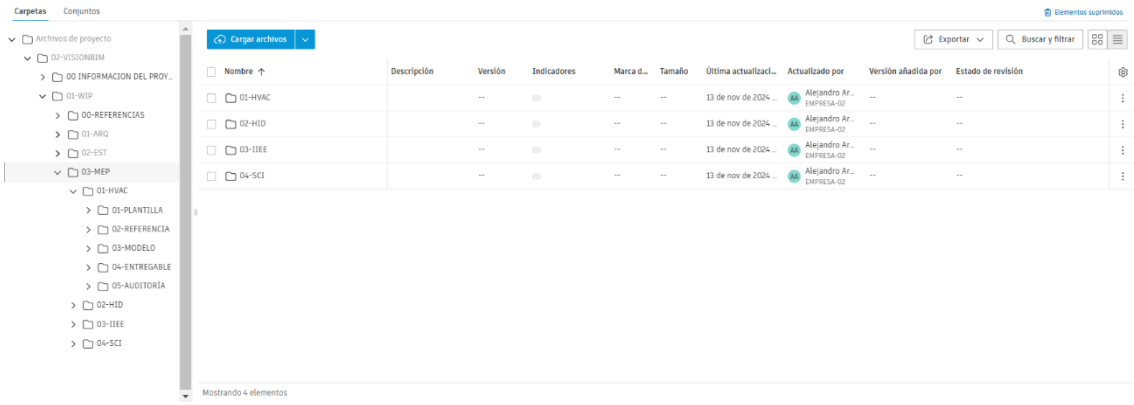


Ilustración 9. Entorno Común de datos-Disciplina MEP
Fuente: Elaboración Propia

El líder MEP es el encargado de la actualización de los modelos y su entrega para revisión y aprobación al coordinador del proyecto. Dentro del ACC se cuenta con un flujo de revisión establecido (Ilustración 10)para la revisión necesaria de los modelos, de haber algún comentario del modelo el coordinador genera las incidencias correspondientes (Ilustración 12), dichas incidencias tienen un número de identificación, estado, tipo, miembro asignado y una fecha de vencimiento.

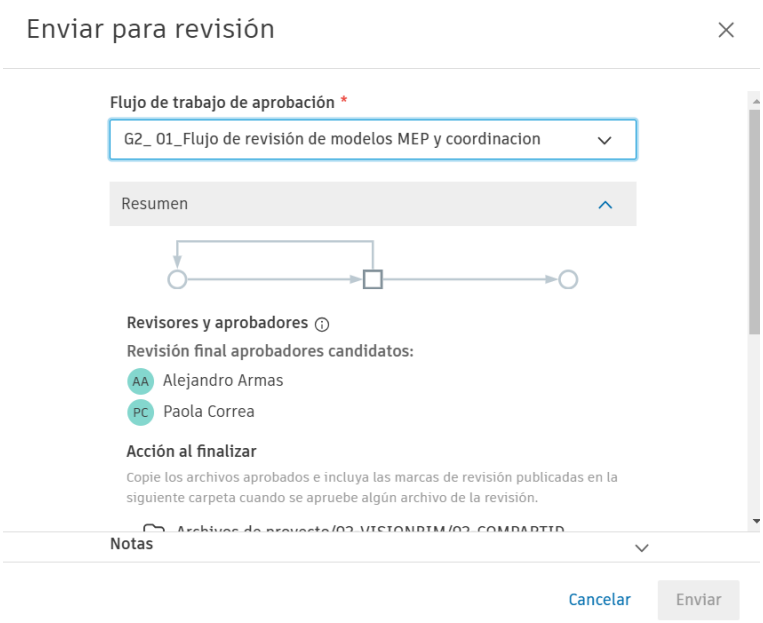


Ilustración 10. Flujo de revisión de modelos MEP y coordinación
Fuente: Elaboración Propia

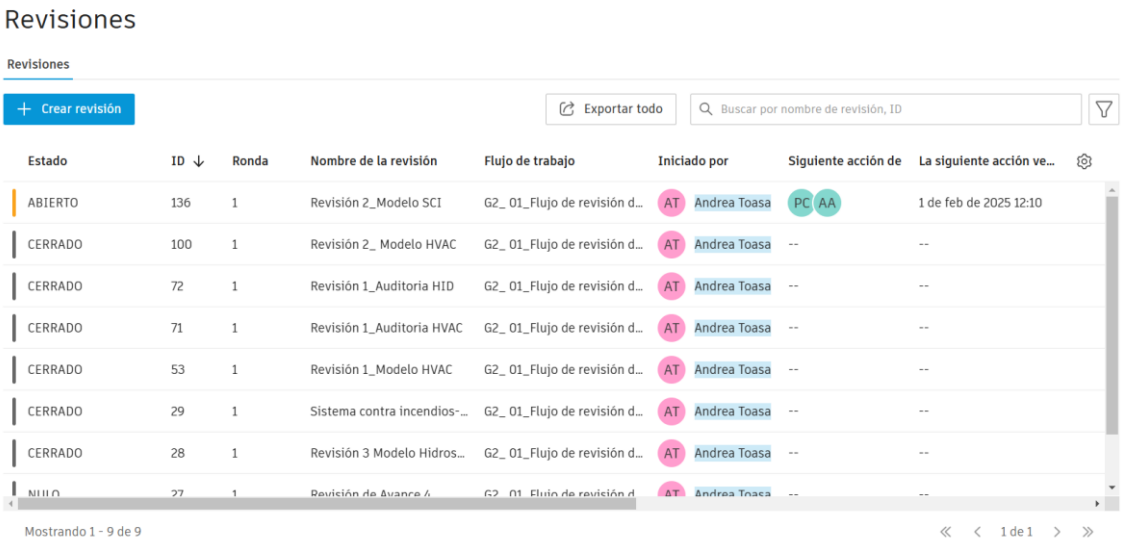


Ilustración 11. Comunicación dentro del ACC-Revisiones MEP
Fuente: Elaboración Propia

Incidencias

Incidencias suprimidas

+ Crear incidencia | Exportar todo | Buscar por título o ID de in...

Título	ID	Estado	Tipo	Asignado a	Fecha de venc.	Fecha de ín
Design	#173	Abierta	D Design	Andrea Toasa	31 ene 2025	29 ene 202
Revisar detalles constructivos	#151	Cerrada	D Design	Andrea Toasa	18 ene 2025	16 ene 202
Revision 16 de enero	#139	En revisión	General	EMPRESA-02	23 ene 2025	-
Mangas flexibles	#121	Cerrada	OBS Observati...	Andrea Toasa	15 ene 2025	13 ene 202
Revision de altura de cielo falso	#107	Cerrada	D Design	Andrea Toasa	2 ene 2025	30 dic 202
Design	#102	Cerrada	D Design	Andrea Toasa	12 dic 2024	11 dic 2024
Design	#101	Pendiente	D Design	Andrea Toasa	26 ene 2025	11 dic 2024

Mostrando 1 - 19 de 19 | 1 de 1

Ilustración 12. Comunicación dentro del ACC-Incidencias MEP
Fuente: Elaboración Propia

4.5 Flujo de Trabajo Disciplina MEP

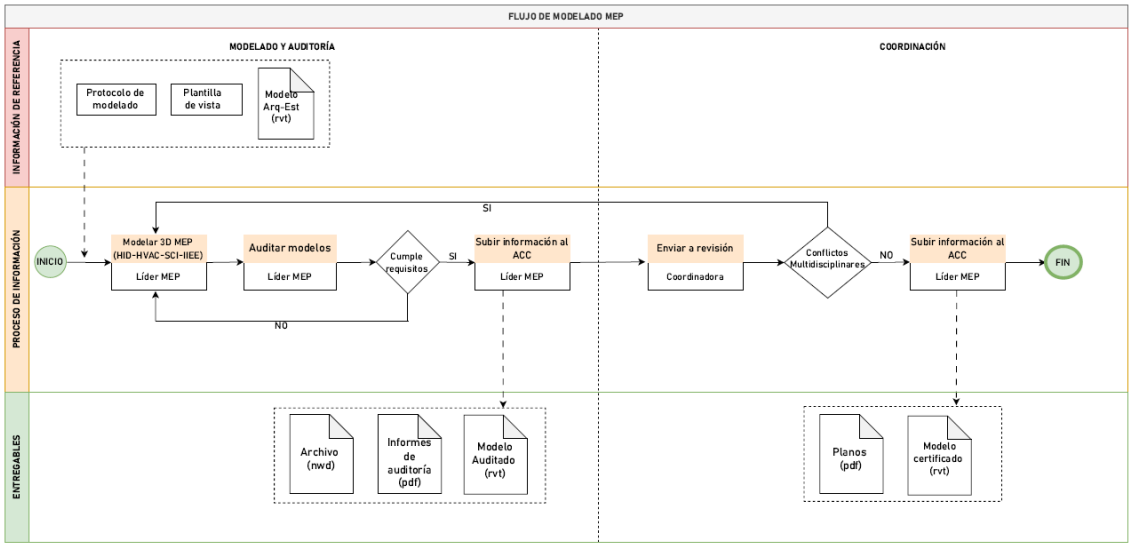


Ilustración 13. Flujo de trabajo disciplina MEP
Fuente: Elaboración Propia

Se recibió como información de referencia el protocolo de modelado, la plantilla de vista y los modelos arquitectónicos y estructurales. A partir de esto, se comenzó a desarrollar los modelos correspondientes dentro de la disciplina MEP, abarcando el sistema hidrosanitario, contra incendios, instalaciones eléctricas y ventilación. Estos modelos fueron auditados mediante el *model checker* y, en caso de cumplir con los

requisitos, se publicaron los entregables en el ACC. Si se encontraban conflictos, era necesario resolverlos y someterlos a una nueva auditoría.

Una vez completada la auditoría disciplinaria, se envió el archivo MEP (NWC) a coordinación para que se genere el modelo federado. Si durante esta revisión surgían conflictos con otras disciplinas, el coordinador me informa sobre los elementos que se deben modificar. Tras realizar los ajustes correspondientes, se vuelve a realizar la revisión.

4.6 Modelado MEP "PLAZA CINE"

Los modelos MEP se desarrollan con el nivel LOD requerido en el BEP, para su posterior coordinación y análisis 4D y 5D, de acuerdo con los objetivos del proyecto PLAZA CINE.

Dentro de las responsabilidades del Líder MEP se encuentra el modelado 3D de las disciplinas:

- Hidrosanitarias, relacionadas con el sistema de drenaje, agua potable (agua fría), agua lluvias
- Sistema Contra Incendios
- Eléctrica, relacionada con la electricidad, iluminación y potencia.
- Mecánica, relacionada con la ventilación.

Es fundamental reunir toda la información necesaria para las instalaciones MEP que se van a modelar, como planos, lista de materiales, especificaciones técnicas, entre otros. Con esta información y con el uso del software BIM adecuado se debe modelar los elementos MEP como aparatos sanitarios, tuberías, conductos, equipos, accesorios, etc., estos llevarán un nivel de desarrollo de acuerdo con el BEP.

Dentro del modelo la ubicación de los elementos se la debe realizar considerando tanto los elementos arquitectónicos como estructurales.

Una vez terminado el modelo es crucial la verificación del mismo para asegurarse que se cumple con los estándares de calidad y coordinación con las demás disciplinas del proyecto.

- **Navegador de Proyectos**

El navegador de proyectos en Revit está organizado por niveles, como se muestra en la Ilustración 14, WIP (Trabajo en progreso) que contienen todas las vistas del proyecto en las que se modela el proyecto y Coordinación que contiene una vista 3D llamada “Navis” la cual será exportada a un archivo NWC para su posterior coordinación en el software Navisworks.

De igual manera en el navegador se organiza la lista de tablas y de planos como se puede observar en la Ilustración 14.

Ilustración 14. Organización del Navegador de proyectos-Modelo Hidrosanitario
Fuente: Elaboración Propia

- **Modelado del sistema de aguas sanitarias**

Consiste en una red de tuberías para la evacuación de los desechos de la edificación que se conectarán a la red pública, en nivel de desarrollo requerido es LOD

300, que de acuerdo con el BIM FORUM, 2023, para tuberías de drenaje sanitario incluye; tamaño, forma, espaciado y ubicación especificados en el diseño de tuberías.

Las familias utilizadas para el diseño de aguas sanitarias se obtuvieron de la biblioteca BIM de Plastigama.

La nomenclatura de los elementos va de acuerdo con lo descrito en el manual de estilos, en la Tabla 10 se describe los elementos utilizados y su correspondiente nomenclatura

AGUAS SANITARIAS	
Elemento	**Nomenclatura**
Inodoros	SAN/INOD/EDESA/FLUX/6,9Lt
Urinario	SAN/URIN/BRIGGS/LAWTON HEU/1,9Lt
Lavabos	SAN/LAVB/BRIGGS/SOTILLE-60/61x17cm
Tubería	SAN/TUB/WAVIN/AASS/PVC

Tabla 10. Nomenclatura de elementos-Aguas Sanitarias
Fuente: Elaboración Propia

- **Modelado del sistema de agua potable**

Consiste en una red de tuberías para la dotación de agua fría a la edificación, el nivel de desarrollo requerido es LOD 300, que de acuerdo con el BIM FORUM, 2023, para tuberías de agua potable incluye; tamaño, forma, espaciado y ubicación especificados en el diseño de tuberías.

Las familias utilizadas para el diseño de aguas sanitarias se obtuvieron de la biblioteca BIM de Plastigama.

La nomenclatura de los elementos va de acuerdo con lo descrito en el manual de estilos, en la Tabla 11 se describe los elementos utilizados y su correspondiente nomenclatura

AGUA POTABLE	
Elemento	**Nomenclatura**
Grifería	SAN/GRIF/FV/E181/12,7cm
Tubería	SAN/TUB/WAVIN/AG/PVC

Tabla 11. Nomenclatura de elementos-Aguas Potable
Fuente: Elaboración Propia

- **Modelado del sistema de aguas pluviales**

El sistema de aguas pluviales consiste en un sistema de canaletas ubicadas en la cubierta de las salas de cine y un sistema de tuberías que conducen a una cisterna de almacenamiento. El nivel de desarrollo requerido es LOD 300, que de acuerdo con el BIM FORUM, 2023, para tuberías de agua aguas pluviales incluye; tamaño, forma, espaciado y ubicación especificados en el diseño de tuberías.

Las familias utilizadas para el diseño de aguas sanitarias se obtuvieron de la biblioteca BIM de Plastigama.

La nomenclatura de los elementos va de acuerdo con lo descrito en el manual de estilos, en la Tabla 12 se describe los elementos utilizados y su correspondiente nomenclatura

AGUAS PLUVIALES	
Elemento	**Nomenclatura**
Canales	SAN/CAN/AALL/AL
Tubería	SAN/TUB/WAVIN/AALL/PVC

Tabla 12. Nomenclatura de elementos-Aguas Pluviales
Fuente: Elaboración Propia

Dentro del modelo hidrosanitario, se utilizó un sistema de colores para diferenciar los diferentes sistemas, descritos en la Tabla 13.

Sistema	Color
Drenaje Sanitario	
Agua Potable	
Agua Luvia	

Tabla 13. Sistema de colores- modelo hidrosanitario
Fuente: Elaboración Propia

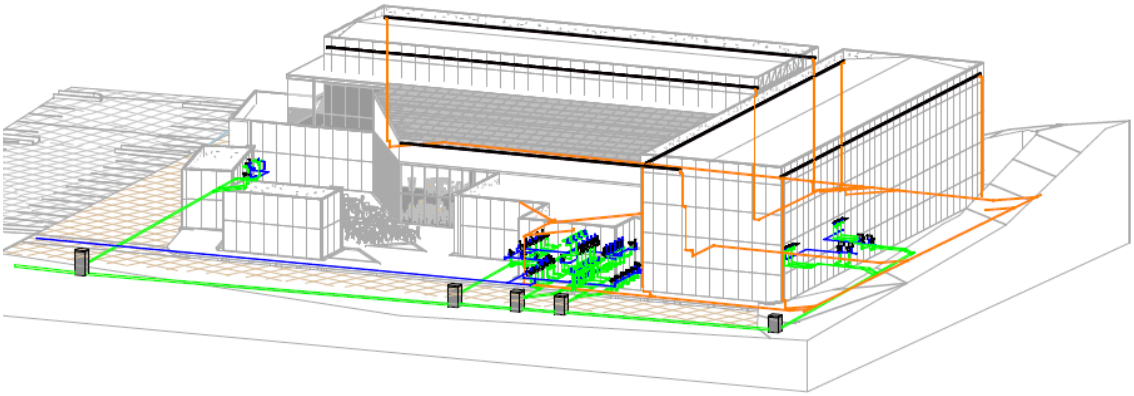
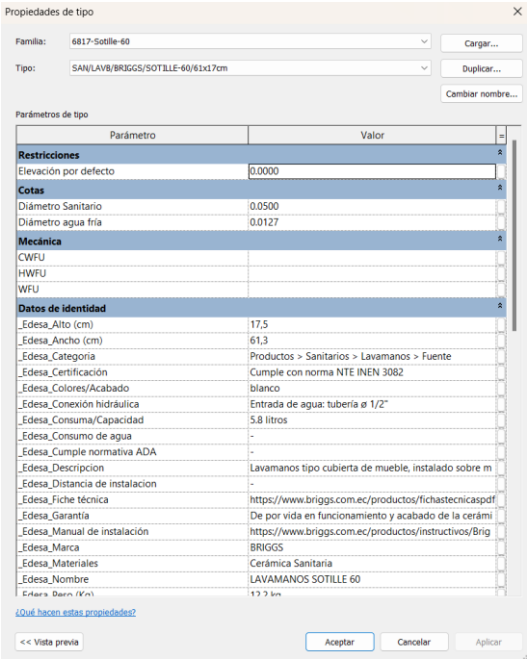


Ilustración 15.Modelo Hidrosanitario
Fuente: Elaboración Propia



Propiedades de tipo

Familia: 6817-Sotille-60 | Cargar...
Tipo: SAN/LAVB/BRIGGS/SOTILLE-60/61x17cm | Duplicar...
Cambiar nombre...

Parámetros de tipo

Parámetro	Valor
Restricciones	
Elevación por defecto	0.0000
Cotas	
Diámetro Sanitario	0.0500
Diámetro agua fría	0.0127
Mecánica	
CWFU	
HWFU	
WFU	
Datos de identidad	
_Edesa_Alto (cm)	17,5
_Edesa_Ancho (cm)	61,3
_Edesa_Categoria	Productos > Sanitarios > Lavamanos > Fuente
_Edesa_Certificación	Cumple con norma NTE INEN 3082
_Edesa_Colores/Acabado	blanco
_Edesa_Conexión hidráulica	Entrada de agua: tubería ø 1/2"
_Edesa_Consuma/Capacidad	5.8 litros
_Edesa_Consumo de agua	-
_Edesa_Cumple normativa ADA	-
_Edesa_Descripcion	Lavamanos tipo cubierta de mueble, instalado sobre m
_Edesa_Distancia de instalacion	-
_Edesa_Fiche técnica	https://www.briggs.com.ec/productos/fichastecnicaspdf
_Edesa_Garantía	De por vida en funcionamiento y acabado de la cerámi
_Edesa_Manual de instalación	https://www.briggs.com.ec/productos/instructivos/Brig
_Edesa_Marca	BRIGGS
_Edesa_Materiales	Cerámica Sanitaria
_Edesa_Nombre	LAVAMANOS SOTILLE 60

¿Qué hacen estas propiedades?

<< Vista previa | Aceptar | Cancelar | Aplicar

Ilustración 16. Información no gráfica Elementos Hidrosanitarios_Lavabo LOD 300
Fuente: Elaboración Propia

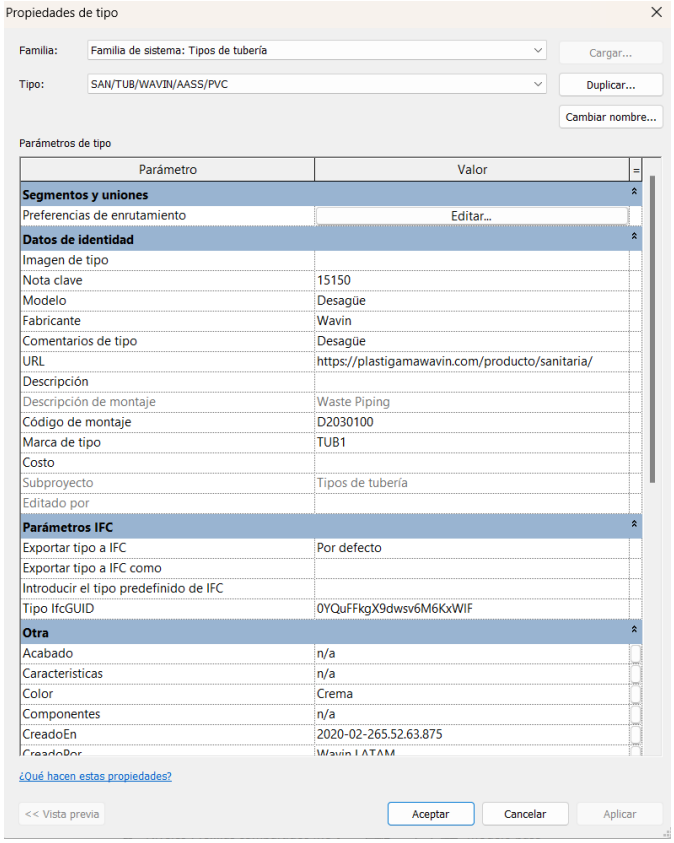


Ilustración 17. Información no gráfica Elementos Hidrosanitarios_Tuberia LOD 300
Fuente: Elaboración Propia

- **Modelado del sistema contra incendios**

Consiste en una red de tuberías que conducen el agua desde la cisterna de agua lluvia hacia la red de distribución por medio de una bomba, el nivel de desarrollo requerido es LOD 300, que de acuerdo con el BIM FORUM, 2023, para tuberías sistema contra incendios basados en agua incluye; tamaño, forma, espaciado y ubicación especificados en el diseño de tuberías.

Las familias utilizadas para el diseño de aguas sanitarias se obtuvieron de la biblioteca BIM de Plastigama.

La nomenclatura de los elementos va de acuerdo con lo descrito en el manual de estilos, en la Tabla 14 se describe los elementos utilizados y su correspondiente nomenclatura

SISTEMA CONTRA INCENDIOS	
Elemento	**Nomenclatura**
Rociadores	SCI/RC/WAVIN/CPVC/38.1mm
Tubería	SCI/TUB/WAVIN/CPVC

Tabla 14. Nomenclatura de elementos-Sistema Contra Incendios
Fuente: Elaboración Propia

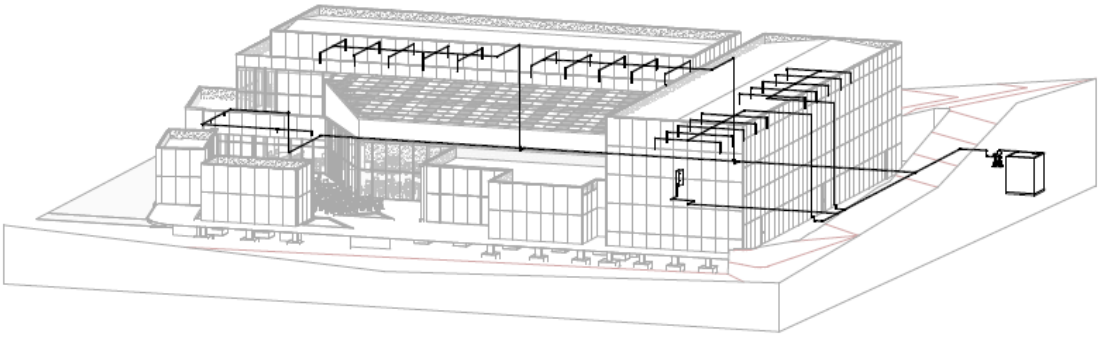
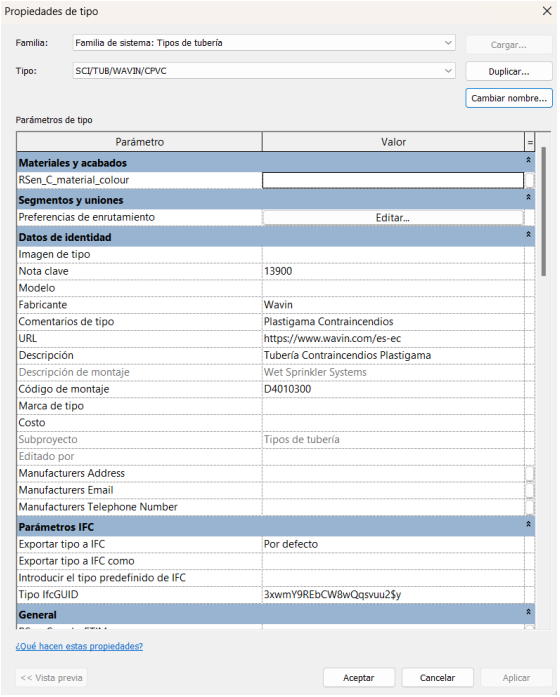


Ilustración 18.Modelo Sistema Contra Incendios
Fuente: Elaboración Propia



Propiedades de tipo

Familia: Familia de sistema: Tipos de tubería — Cargar...
Tipo: SCI/TUB/WAVIN/CPVC — Duplicar...
Cambiar nombre...

Parámetros de tipo

Parámetro	Valor
Materiales y acabados	
RSen_C_material_colour	
Segmentos y uniones	
Preferencias de enrutamiento	Editar...
Datos de identidad	
Imagen de tipo	
Nota clave	13900
Modelo	
Fabricante	Wavin
Comentarios de tipo	Plastigama Contraincendios
URL	https://www.wavin.com/es-ec
Descripción	Tubería Contraincendios Plastigama
Descripción de montaje	Wet Sprinkler Systems
Código de montaje	D4010300
Marca de tipo	
Costo	
Subproyecto	Tipos de tubería
Editado por	
Manufacturers Address	
Manufacturers Email	
Manufacturers Telephone Number	
Parámetros IFC	
Exportar tipo a IFC	Por defecto
Exportar tipo a IFC como	
Introducir el tipo predefinido de IFC	
Tipo IfcGUID	3xwmY9REbCW8wQqsvuu2$y
General	

¿Qué hacen estas propiedades?

<< Vista previa — Aceptar — Cancelar — Aplicar

Ilustración 19. Información no gráfica Elementos SCI_Tuberia LOD 300
Fuente: Elaboración Propia

- **Modelado del sistema eléctrico**

Compuesto por una serie de circuitos, que abarca el sistema de iluminación, audio, datos,potencia y detección de humo a travéz de toda la edificación, el nivel de desarrollo requerido es LOD 200, que de acuerdo con el BIM FORUM, 2023, para tubos de distribución eléctrica incluye un modelo esquemático con tamaño, forma y ubicación aproximados de ubicación de los elementos.

La nomenclatura de los elementos va de acuerdo con lo descrito en el manual de estilos, en la Tabla 15 se describe los elementos utilizados y su correspondiente nomenclatura

SISTEMA ELÉCTRICO	
Elemento	**Nomenclatura**
Luminarias	LU1/PARD/XAL/SASSO60/20W
Equipos Auditivos	EQAUD/PARD/BIAMP/DX-S5-CMW/100W
Tubos	IIEE/TB/ILUM/EMT

Tabla 15. Nomenclatura de elementos-Sistema Eléctrico
Fuente: Elaboración Propia

Dentro del modelo de instalaciones eléctricas, se utilizó un sistema de colores para diferenciar los diferentes sistemas, descritos en la Tabla 16.

Sistema	**Color**
Iluminación	
Potencia	
Datos	
Audio	

Detección de Humo	

Tabla 16. Sistema de colores- modelo IIEE
Fuente: Elaboración Propia

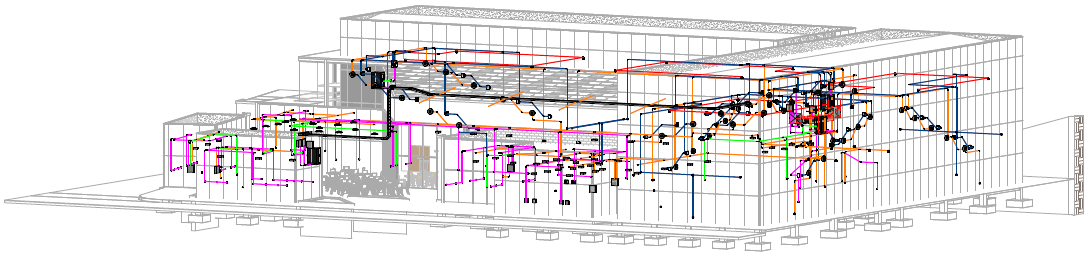


Ilustración 20.Modelo Instalaciones Eléctricas
Fuente: Elaboración Propia

- **Modelado del sistema HVAC**

Las instalaciones mecánicas abarcan el sistema de conductos encargados del suministro y retorno de aire de las salas de cine, el nivel de desarrollo requerido es LOD 200, que de acuerdo con el BIM FORUM, 2023, para la distribución de aire HVAC incluye un modelo esquemático con tamaño, forma y ubicación aproximados de ubicación de los elementos.

La nomenclatura de los elementos va de acuerdo con lo descrito en el manual de estilos, en la Tabla 17 se describe los elementos utilizados y su correspondiente nomenclatura

SISTEMA HVAC	
Elemento	**Nomenclatura**
Difusores	HVAC/DIF/R-AR/30x30CM
Conductos	HVAC/COND-R/S-AR
Unidad AC	HVAC/EQMEC/UAC

Tabla 17. Nomenclatura de elementos-Sistema HVAC

Fuente: Elaboración Propia

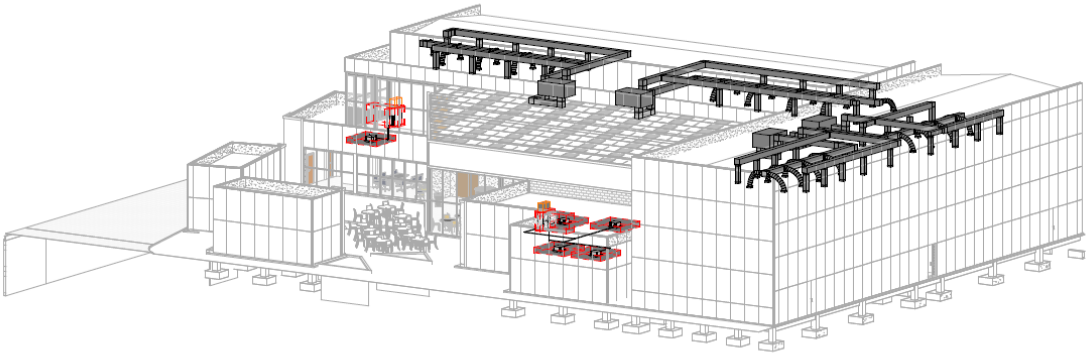


Ilustración 21.Modelo HVAC
Fuente: Elaboración Propia

4.7 Auditoría y Coordinación de Modelos

En la fase de diseño, los modelos disciplinares se integran y revisan en un solo modelo federado. En este proceso se pueden producir varios conflictos mismos que pueden ser detectados por herramientas como Autodesk Navisworks.

La coordinación MEP se trata de detectar y resolver conflictos tanto disciplinares como multidisciplinares, para asegurar que todos los modelos trabajen juntos sin interferencias.

El flujo de trabajo de la disciplina MEP exige que los modelos deben ser auditados para su posterior entrega, para esto se realiza la prueba en el *Model Checker* de Revit, dentro de la oficina VisionBIM se trabaja con la configuración de *Best Practices for Revit* 2024.

Una vez auditados los modelos, el reporte se lo carga en la carpeta 05-AUDITORIA del ACC correspondiente a cada subdisciplina para su revisión de

coordinación.

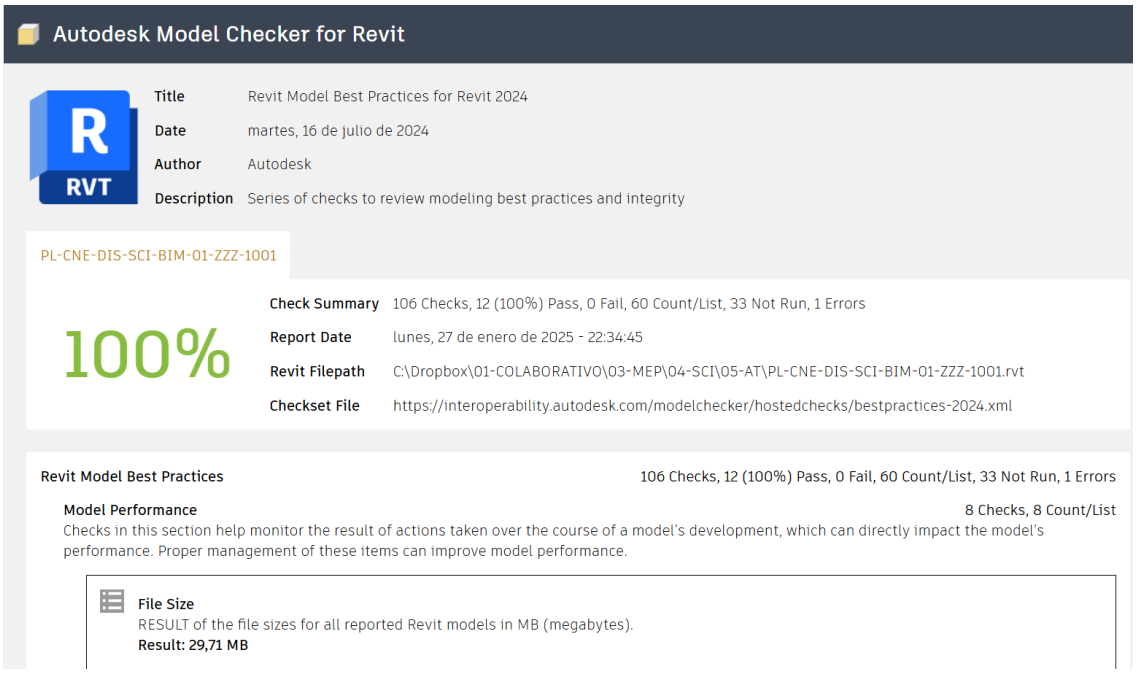


Ilustración 22.Model Checker modelo SCI
Fuente: Elaboración Propia

Una vez auditado el modelo, se exporta la vista 3D "NAVIS" del modelo de Revit en formato NWC para realizar la coordinación disciplinar.

Dentro de los archivos de NWF de Navisworks, se crean los conjuntos de búsqueda necesarios de acuerdo con la matriz de interferencias, mismos que se muestran en la Ilustración 23.

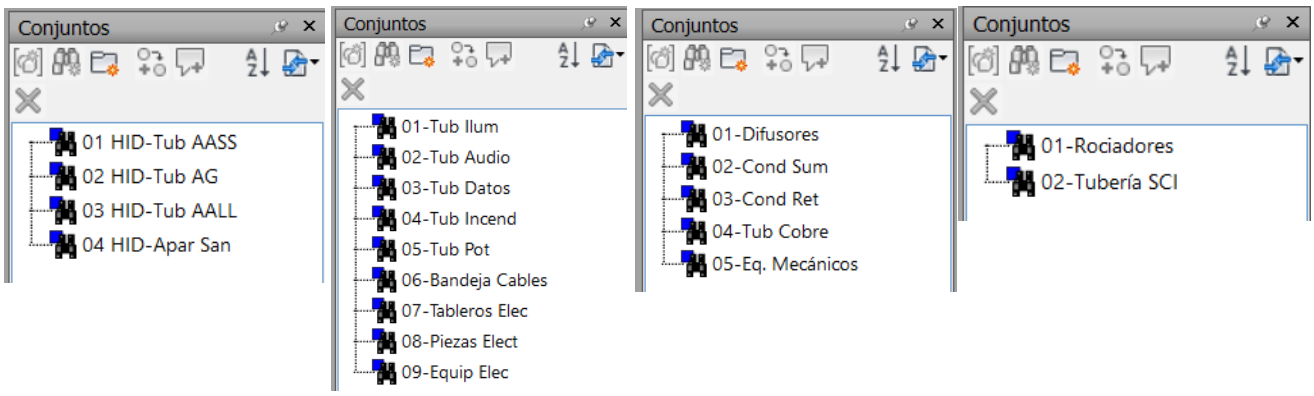


Ilustración 23. Conjuntos de búsqueda-Modelos MEP
Fuente: Elaboración Propia

En las pruebas de colisiones disciplinares que se realizó, se identificaron

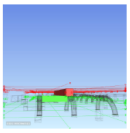
Modelo hidrosanitario: 0 conflictos

Modelo HVAC: 1 conflicto (Conductos Ret-Aire vs Conductos Sum-Aire)

Modelo SCI: 0 conflictos

Modelo IIEE: 3 conflictos (Tub iluminación vs Tub Potencia)

Se genera un informe de colisiones en el que se detalla ID, nombre y tipo de los elementos. Una vez resuelto el problema se corre nuevamente las pruebas y el estado cambia a resuelto.



Nombre	Conflicto1
Distancia	-0.017m
Descripción	Estático
Estado	Resuelto
Punto de conflicto	781242.608m, 9981230.101m, 9.202m
Ubicación de rejilla	K-3 : HVAC Nivel 6
Fecha de creación	2025/1/17 19:26

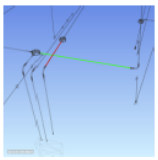
Elemento 1

ID de elemento	511260
Capa	HVAC Nivel 7
Elemento Nombre	Conducto rectangular
Elemento Tipo	Sólido

Elemento 2

ID de elemento	513942
Capa	HVAC Nivel 7
Elemento Nombre	Conducto rectangular
Elemento Tipo	Sólido

Ilustración 24. Conflicto disciplinar-HVAC
Fuente: Elaboración Propia



Nombre	Conflicto1
Distancia	-0.006m
Descripción	Estático
Estado	Resuelto
Punto de conflicto	781222.751m, 9981275.305m, 3.735m
Ubicación de rejilla	Q-22 : IIEE Nivel 1
Fecha de creación	2025/2/16 01:55

Elemento 1

ID de elemento	581910
Capa	IIEE Nivel 1
Elemento Nombre	Tubo con uniones
Elemento Tipo	Sólido

Elemento 2

ID de elemento	719280
Capa	IIEE Nivel 3
Elemento Nombre	Tubo con uniones
Elemento Tipo	Sólido

Ilustración 25.Conflicto disciplinar -IIEE
Fuente: Elaboración Propia

Con los modelos auditados y sin conflictos disciplinares de MEP, se entregan los modelos, informes y archivos NWC, NWF y NWD a través de un informe de transmisión en el ACC hacia el coordinador, que será el encargado de realizar la coordinación multidisciplinar.

El coordinador por su parte envía los informes con las interferencias multidisciplinares disciplinares a través de un informe de transmisión en el cual nos indica los elementos que han sido evaluados, su ubicación y el #ID.

En el modelo hidrosanitario las principales interferencias que se dieron fueron de tuberías que atravesaban, columnas o vigas.

AUTODESK® NAVISWORKS®

Informe de conflictos

EST CIMENTACIÓN VS HID AGUA POTABLE	Tolerancia	Conflictos	Nuevo	Activo	Revisado	Aprobado	Resuelto	Tipo	Estado
	0.010m	3	0	0	3	0	0	Estático	Aceptar

									Elemento 1		Elemento 2		
Imagen	Nombre de conflicto	Estado	Distancia	Ubicación de rejilla	Descripción	Fecha de detección	Asignado a	Punto de conflicto	ID de elemento	Capa	ID de elemento	Capa	Comentarios
	Conflicto1	Revisado	-0.071	A-8 : Cimentacion N-1.10	Estático	2025/2/5 04:25	Jefe MEP	x:781216.202, y:9981245.026, z:-0.142	*ID de elemento:* 1045505	Contrapiso	*ID de elemento:* 1006054	Nivel 2 Contrapiso	*#0 - flaca - 2025/2/5 04:26* Asignado a Jefe MEP La tubería no debe pasar por la cadena de cimentación.
	Conflicto2	Revisado	-0.047	C-9 : Cimentacion N-1.10	Estático	2025/2/5 04:25	Jefe MEP	x:781221.662, y:9981246.931, z:-0.133	*ID de elemento:* 1432238	Contrapiso	*ID de elemento:* 1006110	Nivel 2 Contrapiso	*#0 - flaca - 2025/2/5 04:27* Asignado a Jefe MEP La tubería no debe cruzar cadena de cimentación.
	Conflicto3	Revisado	-0.028	C-9 : Inicio columnas	Estático	2025/2/5 04:25	Jefe MEP	x:781221.803, y:9981246.917, z:0.050	*ID de elemento:* 1432238	Contrapiso	*ID de elemento:* 1006123	Nivel 2 Contrapiso	*#0 - flaca - 2025/2/5 04:28* Asignado a Jefe MEP La tubería no debe pasar por la cadena de cimentación.

Ilustración 26. Informe de conflictos EST CIMENTACIÓN vs HID AGUA POTABLE
Fuente: Elaboración Propia

AUTODESK® NAVISWORKS®

Informe de conflictos

EST CIMENTACIÓN VS HID AGUA LLUVIA	Tolerancia	Conflictos	Nuevo	Activo	Revisado	Aprobado	Resuelto	Tipo	Estado
	0.010m	5	0	0	5	0	0	Estático	Aceptar

									Elemento 1		Elemento 2		
Imagen	Nombre de conflicto	Estado	Distancia	Ubicación de rejilla	Descripción	Fecha de detección	Asignado a	Punto de conflicto	ID de elemento	Capa	ID de elemento	Capa	Comentarios
	Conflicto1	Revisado	-0.073	A-5 : Cimentacion N-1.10	Estático	2025/2/5 04:19	Jefe MEP	x:781216.585, y:9981235.578, z:-0.075	*ID de elemento:* 1519600	inicio columnas	*ID de elemento:* 966301	Nivel 2 Contrapiso	*#0 - flaca - 2025/2/5 04:20* Asignado a Jefe MEP Reubicar recorrido de Tubería
	Conflicto2	Revisado	-0.069	A-9 : Inicio columnas	Estático	2025/2/5 04:19	Jefe MEP	x:781216.087, y:9981245.770, z:0.050	*ID de elemento:* 1045505	Contrapiso	*ID de elemento:* 966179	Nivel Techo + 3.95	*#0 - flaca - 2025/2/5 04:21* Asignado a Jefe MEP Modificar recorrido tubería
	Conflicto3	Revisado	-0.049	A-5 : Cimentacion N-1.10	Estático	2025/2/5 04:19	Jefe MEP	x:781216.102, y:9981234.819, z:-0.255	*ID de elemento:* 1519584	inicio columnas	*ID de elemento:* 966309	Nivel 1	*#0 - flaca - 2025/2/5 04:22* Asignado a Jefe MEP Modificar recorrido tubería, choca con la cadena de la cimentación.
	Conflicto4	Revisado	-0.042	L-6 : Cimentacion N-1.10	Estático	2025/2/5 04:19	Jefe MEP	x:781247.462, y:9981237.884, z:-0.308	*ID de elemento:* 1066200	Contrapiso	*ID de elemento:* 1019730	Nivel 1	*#0 - flaca - 2025/2/5 04:23* Asignado a Jefe MEP La tubería choca con la viga de cimentación, bajar el nivel de la tubería.
	Conflicto5	Revisado	-0.040	K-6 : Cimentacion N-1.10	Estático	2025/2/5 04:19	Jefe MEP	x:781244.306, y:9981238.078, z:-0.308	*ID de elemento:* 1066360	Contrapiso	*ID de elemento:* 1019576	Nivel Cubierta + 11.00	*#0 - flaca - 2025/2/5 04:24* Asignado a Jefe MEP La tubería choca con la viga de cimentación, corregir nivel.

Ilustración 27. Informe de conflictos EST CIMENTACIÓN vs HID AGUA LLUVIA
Fuente: Elaboración Propia

Siguiendo con el procedimiento del flujo de trabajo, se trabaja nuevamente en el modelo HID, y una vez solucionados los problemas correspondientes se vuelve a auditar los modelos y a enviar los archivos al coordinador para verificar la solución y proceder a la certificación BIM de los modelos MEP.

En los modelos HVAC, SCI y IIEE no se encontraron interferencias multidisciplinares.

4.8 Análisis 4D Y 5D

En la Ilustración 28, se puede observar el flujo de trabajo para realizar el análisis 4D y 5D. Que tiene como información de referencia los modelos MEP en formato rvt y nwd, auditados y aprobados por coordinación, para pasar a un análisis de costo y tiempo.

La oficina VisionBIM establece que las dimensiones 4D Y 5D se trabajarán en el software Presto y Navisworks.

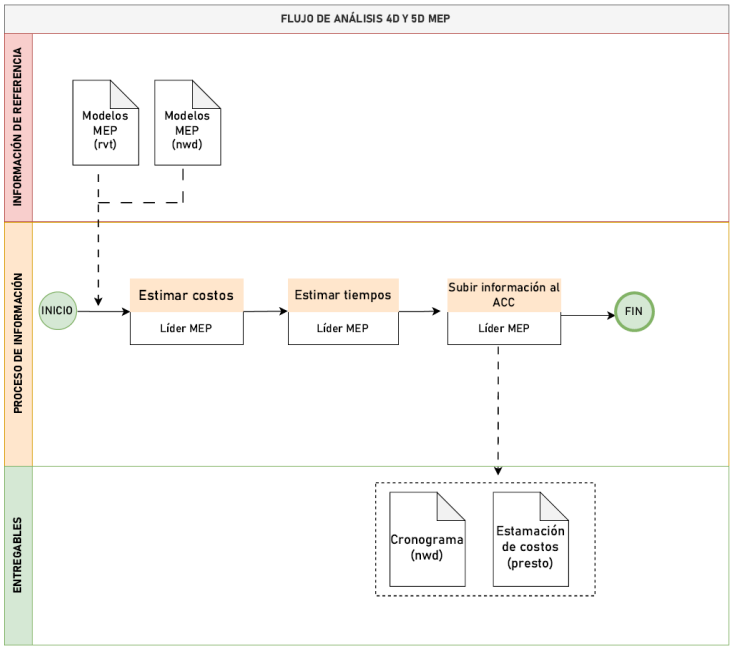


Ilustración 28. Flujo de análisis 4D y 5D MEP
Fuente: Elaboración Propia

- **Análisis 5D en Presto**

En el caso de los modelos MEP se exporta la información de Revit hacia Presto a través de la extensión de Cost-it (Ilustración 29).

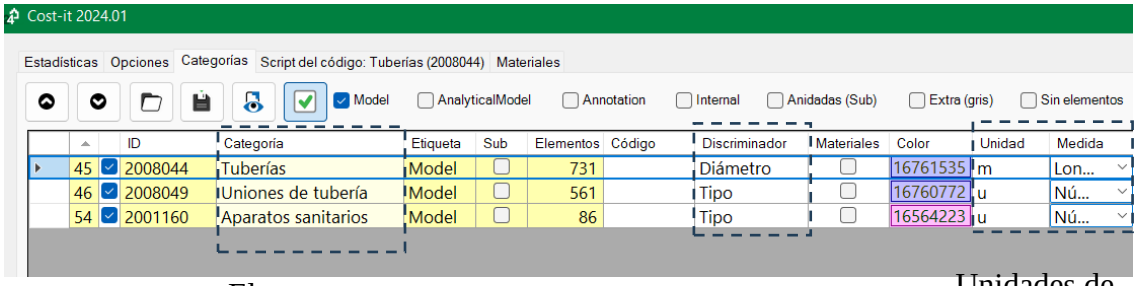


Ilustración 29.Exportación desde el modelo 3D hidrosanitario hacia Presto
Fuente: Elaboración Propia

En Presto se genera un archivo con las partidas y sus cantidades de obra de los elementos requeridos, para la disciplina MEP se trabajó con las partidas organizadas de acuerdo a su categoría de elemento.

Dentro del archivo de presto, se asigna la divisa con la que se trabaja, en este caso es USD, y en cada partida se coloca la información de precio unitarios elaborado por el líder MEP, como se indica en la Ilustración 30.

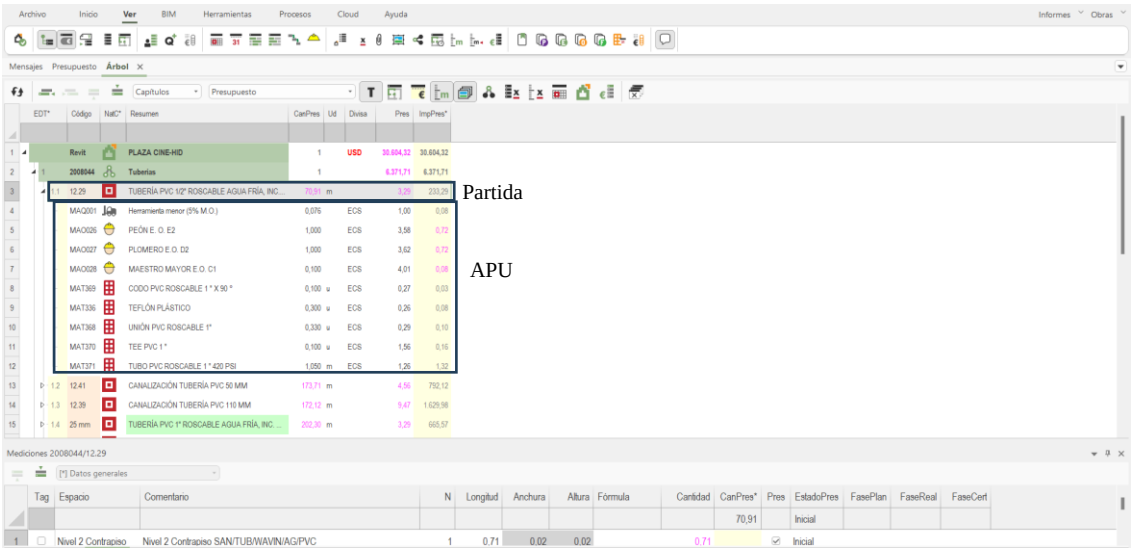


Ilustración 30. Datos del proyecto dentro de Presto
Fuente: Elaboración Propia

- **Análisis 4D en Navisworks**

Analizar la construcción de los sistemas MEP de forma independiente a través del tiempo, sin estar vinculados a un modelo arquitectónico o estructural, resulta en una visión fragmentada del proyecto general, sin embargo, para cumplir con los entregables, el tiempo en las disciplinas MEP se realizó a manera de conocer la duración total que tendrían las instalaciones MEP.

El análisis 4D se realizó en el programa Navisworks, en la pestaña *Time Liner*, a través de la creación de tareas y la asignación de fechas iniciales y finales a cada una de ellas, como se puede visualizar en la Ilustración 31.

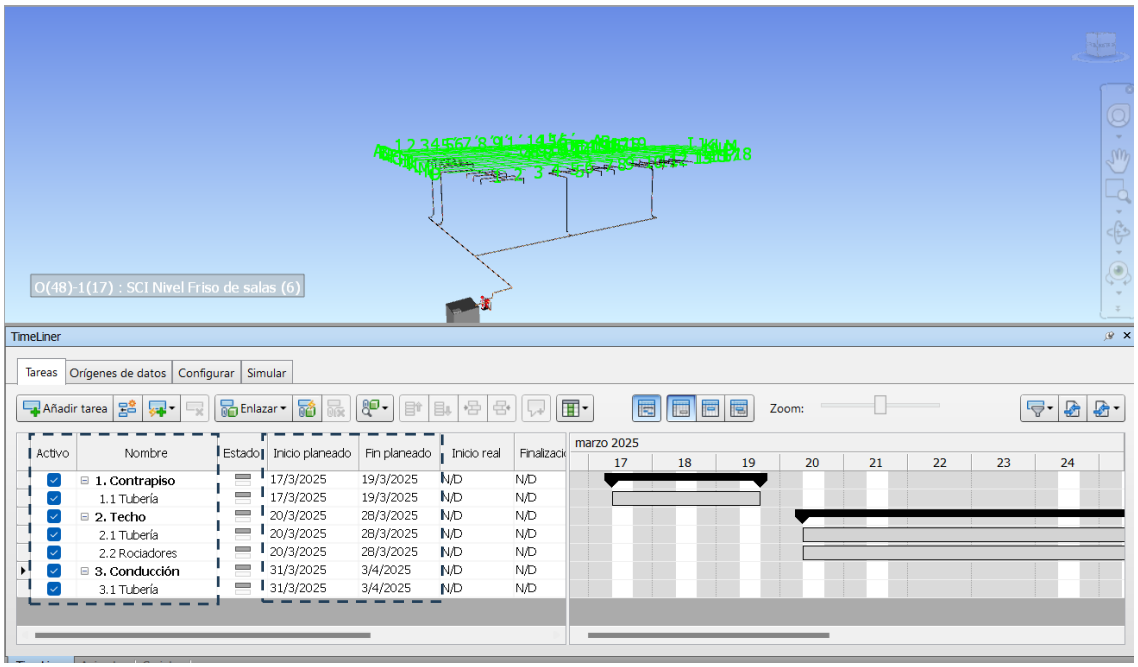


Ilustración 31. Creación de tareas y asignación de fechas
Fuente: Elaboración Propia

Con las tareas creadas y las fechas asignadas, se realiza la simulación constructiva, en donde se indica las tareas realizadas a través del tiempo, como se puede visualizar en la Ilustración 32 e

Ilustración 33.

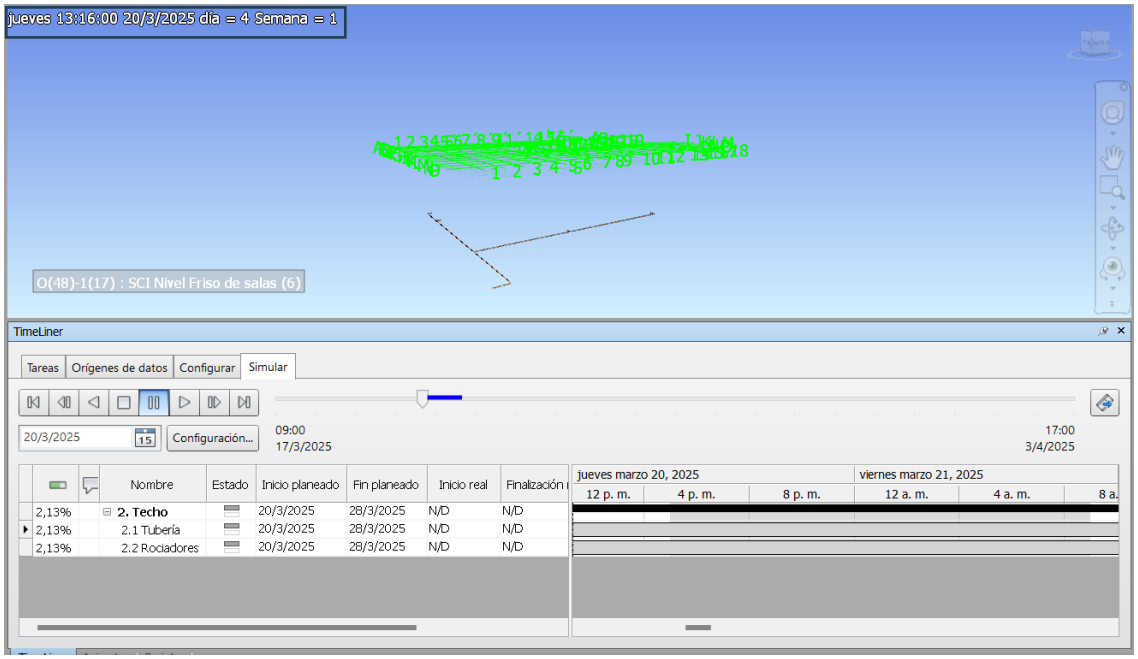


Ilustración 32. Simulación constructiva- Fecha 1
Fuente: Elaboración Propia

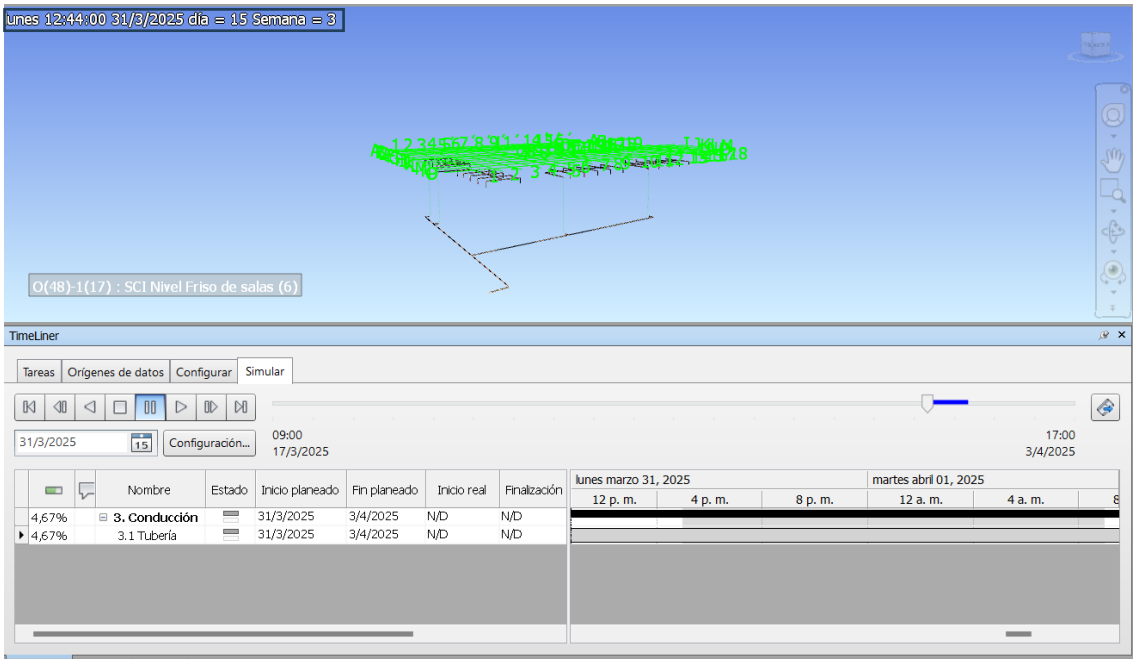


Ilustración 33. Simulación Constructiva- Fecha 2
Fuente: Elaboración Propia

Una vez completos los trabajos de análisis de tiempo y costo, los archivos se cargan en la carpeta 04- ENTREGABLES pertenecientes a cada subdisciplina, y posterior se envía al coordinador para su respectiva revisión.

5 CONCLUSIONES

Se desarrollaron modelos BIM MEP, con LOD 200 y LOD 300, que cumplen con lo requerido por el BIM Manager a través del BEP y que cuentan con una auditoría de Revit además de pruebas de interferencias tanto disciplinares como multidisciplinares.

La implementación de la metodología BIM dentro de la disciplina MEP, mejoró la coordinación con las demás disciplinas (Arquitectura y Estructura), permitiendo la detección de interferencias en la etapa de diseño, lo que resulta en una optimización de tiempo y costos en etapas futuras.

Se entregaron modelos 3D auditados y coordinados, planos MEP 2D y archivos de análisis de costos y tiempo.

El CDE Autodesk Construcción Cloud permitió una gestión ágil y ordenada de la información, con una comunicación constante entre los miembros de la oficina VisionBIM, para la disciplina MEP resultó de gran utilidad el reporte de las incidencias, pues se pudo observar directamente en el modelo los comentarios, facilitando la comprensión entre los involucrados.

Los modelos BIM, posibilitaron la dinámica de la transferencia de información desde un modelo 3D hacia softwares de coordinación y planificación de una manera sencilla y sin pérdida de información.

6 RECOMENDACIONES

Antes de iniciar el modelado, es importante contar con un BEP claro, manual de estilos, protocolos de modelado y plantillas con los cuales se trabajarán en el proyecto.

Es importante cumplir con los flujos de trabajo, para garantizar una óptima transferencia de información y evitar los reprocesos.

Las reuniones de equipo permiten analizar el avance del proyecto, y establecer claramente las responsabilidades y entregables a cargo del líder MEP.

Es importante verificar las familias importadas que se usarán en los modelos, ya que en algunos casos las familias que no pertenecer a Autodesk presentan errores al momento de realizar las auditorías.

7 ANEXOS

Anexo	ARCHIVO	NOMBRE	UBICACIÓN
Anexo 1	Requerimientos del Cliente	PL-CNE-ANT-PLA-CON-00-XXX-1001	https://drive.google.com/drive/folders/1Z-1AY5BtNBDzQsaZITgeLXNsg9xgFsSJ
Anexo 2	Plan de Ejecución BIM	PL-CNE-DIS-GEN-PLA-00-XXX-1001	https://drive.google.com/drive/folders/1qUMq-qajg-dZFt1cy-ydeYvBEkI2_Ao2
Anexo 3	Libro de Estilos	PL-CNE-DIS-GEN-00-XXX-1001	https://drive.google.com/drive/folders/1PRD1tNcxpAwVXzfiBYBOPS4e68e1nLxa
Anexo 4	Reporte de Incidencias	Detalle de incidencia	https://drive.google.com/drive/folders/17_NB9SwX8qkTanymxE-wpyt9m1kAoKLZ
Anexo 5	Actas y minutas	PL-CNE-DIS-PLA-ACR-00-XXX-1001 PL-CNE-DIS-PLA-MIN-00-XXX-1001	https://drive.google.com/drive/folders/1iklYmI2tzc3aswm6Ku8xT4lyNjiPOlD0
Anexo 5	Modelo Federado	Pl-CNE-DIS-COORD-01-ZZZ-1001	https://drive.google.com/drive/folders/1aBCVmkWXLZiRzAyBZI0CBDExJcvFO3PN
Anexo 6	Planificación 5D	PL-CNE-DIS-GEN-PRS-01-ZZZ-1001	https://drive.google.com/drive/folders/1GX1Gnw_DKgEWP-fEfOcqi8M-MTjG2Yb-
Anexo 7	Simulación Constructiva	Simulación	https://drive.google.com/drive/folders/1i-c_pkUL2V02LBujEHHw0dFc8yIduGKA
Anexo 8	Contrato de trabajo MEP	PL-CNE-ANT-DCO-CON-00-XXX-1001	https://drive.google.com/drive/folders/1dPemCs7k-_V-juxtc0fc_TRT8xTgZvUf
Anexo 9	Flujo de trabajo MEP	PL-CNE-ANT-PLA-FLJ-00-XXX-MEP	https://drive.google.com/drive/folders/1K825Bms4cen_v6SouVjVcs4pFqzyKJkj
Anexo 10	Modelado Revit MEP	PL-CNE-DIS-HID-BIM-01-ZZZ-1001	https://drive.google.com/drive/folders/1jRMv-

		PL-CNE-DIS-SCI-BIM-01-ZZZ-1001 PL-CNE-DIS-VENT-BIM-01-ZZZ-1001 PL-CNE-DIS-IIEE-BIM-01-ZZZ-1001	SxzyN9ztoROGoni7MZ7KqXZBQnz
Anexo 11	Planos MEP	PL-CNE-DIS-HID-DWG-01-ZZZ-1001 PL-CNE-DIS-SCI-DWG-01-ZZZ-1001 PL-CNE-DIS-IIEE-DWG-01-ZZZ-1001 PL-CNE-DIS-VENT-DWG-01-ZZZ-1001	https://drive.google.com/drive/folders/1Hyd6-2mBuu4N3_ps7oG9Ow9twurz6Kk6
Anexo 12	Auditorías MEP-HVAC	PL-CNE-DIS-VENT-INF-01-ZZZ-1001 PL-CNE-DIS-VENT-REP-01-ZZZ-1001	https://drive.google.com/drive/folders/1Jhsb_Q_rsmx1Vgjes9oSu5J8rYzz03Fp
Anexo 13	Auditorías MEP-HID	PL-CNE-DIS-HID-REP-01-ZZZ-1001	https://drive.google.com/drive/folders/1oz3l0CduyHd8OwJu9nftuIqr39Rh3HAy
Anexo 14	Auditorías MEP-IIEE	PL-CNE-DIS-IIEE-INF-01-ZZZ-1001 PL-CNE-DIS-IIEE-REP-01-ZZZ-1001	https://drive.google.com/drive/folders/1UHqW3QqN3cH5zw00OgVtfgirRI3qaMgP
Anexo 15	Auditorías MEP-SCI	PL-CNE-DIS-SCI-REP-01-ZZZ-1001	https://drive.google.com/drive/folders/1w11mCvheGJcR6goGhbWmtnpvOFLv02Ca
Anexo 16	Archivo Navisworks HVAC	PL-CNE-DIS-VENT-BIM-01-ZZZ-1001	https://drive.google.com/drive/folders/1HyLH5xpx3dCKzMXJ5yCkViGFnACnlb-G
Anexo 17	Archivo Navisworks HID	PL-CNE-DIS-HID-BIM-01-ZZZ-1001	https://drive.google.com/drive/folders/1spc0Ryom7nCTK7CpqAa_ELOk_kvMt9bA
Anexo 18	Archivo Navisworks IIEE	PL-CNE-DIS-IIEE-BIM-01-ZZZ-1001	https://drive.google.com/drive/folders/1QejTTzeuMv1iciLJZL8qB5U2gNMZQ41j
Anexo 19	Archivo Navisworks SCI	PL-CNE-DIS-SCI-BIM-01-ZZZ-1001	https://drive.google.com/drive/folders/1h_wm6-WQqe5kFKMas5UXjkUu0wOew7YS

8 BIBLIOGRAFÍA

BibLus. (s.f.). *Defining the Exchange Information Requirements (EIR)*. Retrieved from Recuperado de https://biblus.accasoftware.com/en/exchange-information-requirements-what-is-an-eir-in-bim/.

BIM FORUM. (2023). *Level of Development (LOD) Specification.*

BIMnD, E. (2023, 11). *Building New Dimensions*. Retrieved from https://www.bimnd.es/plan-de-ejecucion-bim-bep-y-como-funciona-nuestra-experiencia/

buildingSMART Spanish Chapter. (2021). *Introducción a la serie EN ISO 19650.* España.

Construcción, R. N. (2023). *Revista Negocio & Construcción*. Retrieved from https://blog.negocioyconstruccion.cl/modelos-federados-y-algunos-programas-utilizados-para-su-integraci%C3%B3n-y-gesti%C3%B3n

Eseverri, A. E. (2017). *Espacio BIM*. Retrieved from https://www.espaciobim.com/eir-bim

Gimenez, M. (2019). *Hiberus*. Retrieved from https://www.hiberus.com/crecemos-contigo/que-es-bim-construccion/#:~:text=BIM%20es%20una%20metodolog%C3%ADa%20de,y%20eficacia%20en%20los%20procesos.

Guevara, I. (2020, Abril 28). *INFINEON*. Retrieved from https://www.ingegeek.site/2020/04/28/que-es-la-metodologia-bim/?utm_source

Lledó, P., & Rivarola, G. (2007). *Gestión de Proyectos.* Buenos Aires: Pearson Education S.A.

ORG, B. (n.d.). *PLAN BIM CHILE*. Retrieved from https://bim.org.es/plan-bim-chile/

Prediel, C., Borrmann, A., Mattern, H., Koniig, M., & Schapke, S.-E. (2018). Common Data Environment. In *Building Information Modeling* (pp. 279-291). Springer International Publishing AG,.

Rondón Avellano, J. (n.d.). *Empresarial y Laboral*. Retrieved from https://revistaempresarial.com/industria/que-es-la-metodologia-bim

Sisternes García, Á. (2023, 05 11). *Reto Kommerling*. Retrieved from https://retokommerling.com/programas-bim-mas-usados/?utm_source=chatgpt.com

Wikipedia. (n.d.). *Wikipedia*. Retrieved from Building information modeling: https://en.wikipedia.org/wiki/Building_information_modeling