



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**

**IMPLEMENTACIÓN BIM PARA EL ANÁLISIS ENERGÉTICO “CENTRO DE
MONITOREO DE SEGURIDAD CIUDADANA”, SANTO DOMINGO**

COORDINADOR BIM

David Sebastian Gaibor Gaybor

Quito, 23 abril de 2024



DECLARACIÓN JURAMENTADA

Yo, David Sebastián Gaibor, con cédula de identidad # 0201985280, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o 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, 23 de abril de 2024

David Sebastián Gaibor

Correo electrónico: david.gaibor@uisek.edu.ec



DECLARATORIA

El presente trabajo de investigación titulado:

**IMPLEMENTACIÓN BIM PARA EL ANÁLISIS ENERGÉTICO “CENTRO DE
MONITOREO DE SEGURIDAD CIUDADANA”, SANTO DOMINGO**

COORDINADOR BIM

Realizado por:

DAVID SEBASTIAN GAIBOR

como Requisito para la Obtención del Título de:

MAGISTER EN GERENCIA DE PROYECTOS BIM

ha sido dirigido por el profesor

VIOLETA CAROLINA RANGEL RODRIGUEZ

quien considera que constituye un trabajo original de su autor

FIRMA

IMPLEMENTACIÓN BIM PARA EL ANÁLISIS DEL PROYECTO “CENTRO DE
MONITOREO DE SEGURIDAD CIUDADANA”, SANTO DOMINGO

Por

David Sebastian Gaibor Gaybor

abril 2024

Aprobado:

Violeta C. Rangel R.

Pablo T. Vázquez Q.

Gustavo F. Vázquez A.

Aceptado y Firmado: _____ 30, 04, 2024
Violeta C. Rangel R.

Aceptado y Firmado: _____ 30, 04, 2024
Pablo T. Vázquez Q.

Aceptado y Firmado: _____ 30, 04, 2024
Gustavo F. Vázquez A.

_____ 30, 04, 2024

Violeta C. Rangel R.
Presidente(a) del Tribunal
Universidad Internacional SEK



DECLARACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS

Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los

Trabajos de Titulación.

PhD. Violeta C. Rangel R.



LOS PROFESORES INFORMANTES:

Pablo T. Vásquez Q.

Gustavo F. Vásquez A.

Después de revisar el trabajo presentado lo han calificado como apto para su defensa

oral ante el tribunal examinador.

Pablo T. Vásquez Q.

Gustavo F. Vásquez A.

Quito, 30 de abril de 2024



DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que

Protegen los derechos de autor vigentes.

David Sebastian Gaibor

C.I.: 0201985280



Dedicatoria

A mis padres, hermanos que siempre me han acompañado en cada paso que he dado en mi vida, a Dios que con su sabiduría me ha guiado a alcanzar todos mis sueños y metas.



Agradecimiento

Al grupo de compañeros de Planing Pro Bim y a todas las personas que me apoyaron durante este proceso.

Resumen

En Ecuador los diseños y construcciones de edificios públicos se construyen y diseñan mediante la metodología tradicional como es el caso de tesis ‘Centro de Monitoreo y Control para la seguridad ciudadana para este tipo de edificaciones se realizan diseños tipo es decir que el mismo proyecto se emplaza en la costa, sierra y oriente, proponiendo los mismos materiales en la envolvente, equipos de climatización y acabados para todas las zonas donde se emplazan los proyectos, esto tiene como resultado un alto consumo energético para mantener el confort térmico dentro de las edificaciones y que estas puedan seguir funcionando correctamente. Para el desarrollo de la tesis se propone realizar el proyecto CMS mediante la metodología BIM analizando el modelo base en dos regiones del Ecuador, la costa y la sierra, realizando varios escenarios donde se modifique la envolvente del edificio con el objetivo de mejorar las condiciones energéticas del mismo. También, al ser un proyecto donde la interferencia entre las ingenierías tiene un papel principal, como es el caso de la electrónica se plantea seleccionar un área del edificio donde se puedan visualizar todas las ingenierías para demostrar las ventajas de la aplicación de la metodología BIM durante el desarrollo de este tipo de edificaciones.

Palabras clave: metodología BIM, consumo energético, confort térmico, interferencia de ingenierías, planificación de proyectos

Abstract

In Ecuador, the designs and constructions of public buildings are built and designed using traditional methodology, as is the case of the thesis 'Monitoring and Control Center for Citizen Security'. For this type of buildings, typical designs are made, that is, the same project is located on the coast, mountains and east, proposing the same materials in the envelope, air conditioning equipment and finishes for all areas where the projects are located, this results in high energy consumption to maintain thermal comfort within the buildings and that these can continue to function correctly. For the development of the thesis, it is proposed to carry out the CMS project using the BIM methodology, analyzing the base model in two regions of Ecuador, the coast and the mountains, carrying out several scenarios where the building envelope is modified with the aim of improving energy conditions of the same. Also, being a project where interference between engineering plays a main role, as is the case of electronics, it is proposed to select an area of the building where all the engineering can be visualized to demonstrate the advantages of the application of the BIM methodology during the development of this type of building.

Keywords: BIM methodology, energy consumption, thermal comfort, engineering interference

Contenido

I.	INTRODUCCIÓN	1
1		
CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO		1
1. ESTRUCTURA PROFESIONAL		1
1.1 NORMA ISO 19650		1
1.2 SOFTWARE Y PLATAFORMA		1
1.2.1 ENTORNO DE DATOS COMÚN (CDE)		1
1.2.2 REVIT		1
1.2.3 PRESTO		1
1.2.4 NAVISWORK		1
1.2.5. AUTODESK INSIGHT		1
CAPÍTULO 2. PLAN DE EJECUCIÓN		1
2.1 OBJETIVOS		1
2.1.1 GENERAL		1
2.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS		1
2.2. INFORMACIÓN DEL PROYECTO BIM		1
2.2.1 FICHA TÉCNICA		1
2.2.2 CRONOGRAMA DEL PROYECTO		2
2.3 ROLES, RESPONSABILIDADES Y JERARQUÍAS		3
2.3.1 ROLES		3
2.3.2 RESPONSABILIDADES		4
2.3.3 JERARQUÍAS		5
2.4. DISEÑO DE PROCESOS		5
2.5 REQUERIMIENTOS DE INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN EIR		6
2.5.1 HISTÓRICO DE REVISIONES		7
2.5.2. ESTRATEGIA DE COMUNICACIÓN		8
2.6 PROCEDIMIENTOS DE COLABORACIÓN (CDE), PROTOCOLO ISO 19650		9
2.7 INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA		9
2.8 ESTRUCTURA DEL MODELO (PROTOCOLO DE INFORMACIÓN)		10
2.8.1. USOS PREVISTOS Y EXCLUIDOS		10
2.8.2 ORIENTACIÓN DE LOS MODELOS		11
2.8.3 UNIDADES		12
2.8.4 ABREVIATURAS		13
2.8.5 NOMENCLATURA		14
2.8.6 NIVEL DE DETALLE GRÁFICO		19

En el proyecto se utilizará una tolerancia de 0.01m en todas las disciplinas	20
2.9 ENTREGABLES	20
3. ROLES. COORDINADOR BIM	21
3.1 OBJETIVO	21
3.4 CANALES DE COMUNICACIÓN	21
3.5 FLUJO DE TRABAJO COORDINADOR BIM	21
3.6 ENTREGABLES PROPORCIONADOS PARA INICIO DE MODELADO Y PROCESOS DE COORDINACIÓN	21
3.6 Conjuntos de búsqueda	21
3.7 Análisis de interferencias	21
3.8 Diseño de pruebas de colisiones	21
3.8 Transmisión de modelos libres de interferencias a sostenibilidad	21
3.9 Modelo Federado	21
CAPÍTULO 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	21
4. 1 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES COORDINADOR BIM	21
4.BIBLIOGRAFÍA	21
5.LISTADO DE IMÁGENES	21
6.LISTADO DE ANEXOS	21

I. INTRODUCCIÓN

El presente proyecto de titulación surge como respuesta a la constante planificación, diseño, construcción y gestión de edificaciones e infraestructuras. Se reemplaza la generación de planos tradicionales en 2D, por lo que en esta metodología BIM se generan modelos tridimensionales que contienen información detallada sobre cada componente del proyecto de las diferentes disciplinas. El uso de BIM a lo largo del ciclo de vida de un proyecto brinda beneficios significativos, como la reducción de errores y retrabajos, la mejora en la eficiencia de la construcción, la optimización de costos y la facilitación de operaciones y mantenimiento a largo plazo.

Dentro de la metodología BIM, se utiliza un marco regulatorio que son las normas ISO 19650, que son un conjunto de estándares internacionales que proporcionan directrices y requisitos para la gestión de información durante todo el ciclo de vida de un activo o proyecto construido. BIM como una metodología de trabajo colaborativa para la gestión de proyectos de edificación a través de una maqueta digital, permite que dichos proyectos, a lo largo de su ciclo de vida, sean más eficientes y sostenibles. Dicha metodología permite obtener el modelo energético del edificio y su posterior análisis, lo que se conoce como la sexta dimensión.

Actualmente, se necesita un elevado consumo energético para poder tener confort dentro de las edificaciones lo que influye directamente en el cambio climático y la afectación al medio ambiente. Esto se debe a los materiales implementados durante el desarrollo y la construcción de los proyectos, para esto se han planteado alternativas de materiales que permiten aumentar el confort térmico dentro de las edificaciones y con esto reducir el consumo energético durante la vida del edificio.

Este proyecto utilizará la metodología BIM para desarrollar el proyecto del Edificio de Centro de Monitoreo y Seguridad en 3D, 4D, 5D y 6D. Para el desarrollo del modelado 3D se utilizará el software REVIT para todas las disciplinas, se usará PRESTO para elaborar los presupuestos, NAVISWORK para la planificación del proyecto e INSIGHT y GREEN BUILDING STUDIO en la 6D con el fin de importar el modelo en estas plataformas y generar análisis energéticos para así asignar materiales con propiedades térmicas en REVIT con diferentes especificaciones que permitan obtener mejoras energéticas en el modelo y con esto poder reducir el consumo energético y mejorar el confort térmico del edificio.

Los capítulos que a continuación se presentan detallan las diferentes etapas y desarrollo del proyecto. En el primer capítulo se establece la investigación del material teórico necesario que involucran procesos de la metodología BIM. La recopilación y el manejo de la información levantada con el modelado de las diferentes disciplinas mediante los diferentes métodos y materiales utilizados se recogen en el segundo capítulo. El quinto capítulo se forma en base a los resultados de este análisis y la discusión del proceso llevado a cabo. Mientras que en el 6 y último capítulo se exponen las conclusiones y recomendaciones del estudio realizado.

CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO

1. ESTRUCTURA PROFESIONAL

En la guía sobre la metodología BIM publicada en mayo 2023 señala la estructura para la metodología de trabajo colaborativa para la gestión de proyectos de construcción se basa en centralizar toda la información del proyecto en un modelo de información digital creado por los involucrados en el proyecto, lo que supone entregables mejorados en el tiempo de diseño tradicionales basados en el plano, ya que incorpora información geométrica (3D), de tiempos (4D), de costes (5D), ambiental (6D) y de mantenimiento.

De igual manera la guía precisa la estructura profesional en la implementación dentro de la organización, la cual está estructurada jerárquicamente en su nivel más alto por el BIM Manager encargado principalmente de gestionar los procesos con la metodología BIM desde los flujos de trabajo hasta la conclusión del proyecto. El Coordinador BIM es el responsable de coordinar el trabajo dentro de las disciplinas con el objetivo de que se cumplan los entregables además de verificar los procesos y la calidad de los mismos. También se reseña en la estructura profesional a los líderes de especialidades, que tienen la responsabilidad de dirigir al grupo de moderadores los cuales ejecutan el desarrollo del proyecto, su trabajo se basa específicamente en el modelado a través de los flujos de trabajo tomando como referencia el libro de estilo. (7D). Villa, A. (2023, mayo 23)

1.1 NORMA ISO 19650

Dentro de la metodología BIM, se utiliza un marco regulatorio que son las normas ISO 19650, las cuales comprenden un conjunto de estándares internacionales con directrices y requisitos para la gestión de información durante todo el ciclo de vida de un activo del proyecto. Estas normas se centran específicamente en la gestión de la información relacionada con la construcción y las infraestructuras. (*ISO 19650 BIM Building Information Modelling, enero 2024*)

1.2 SOFTWARE Y PLATAFORMA

1.2.1 ENTORNO DE DATOS COMÚN (CDE)

La publicación establecida por el espacio de Softwares BIM en su publicación en 2024 menciona una serie de programas y plataformas de trabajo, entre ellos se establece el uso del Entorno Común de Datos (CDE), el cual se refiere a la plataforma o sistema donde se almacena, comparte y gestiona la información durante todo el ciclo de vida de un proyecto de construcción; mediante la cual los miembros del equipo del proyecto acceden al CDE para cargar, descargar y colaborar en modelos, documentos y datos relacionados con el proyecto. (Espacio BIM, 2024)

1.2.2 REVIT

Revit es un software de modelado de información de construcción (BIM) desarrollado por Autodesk. Su principal beneficio es que permite a los arquitectos, ingenieros y profesionales de la construcción crear modelos en 3D que contienen datos inteligentes y que se pueden utilizar a lo largo de todo el ciclo de vida de un proyecto. Algunos de los beneficios de implementar Revit en la metodología BIM incluyen: Colaboración mejorada: Revit, mayor eficiencia, análisis integrado, documentación automatizada, visualización realista. Revit es una herramienta poderosa para la implementación de la metodología BIM, ya que proporciona beneficios significativos en términos de colaboración, eficiencia, análisis, documentación y visualización.

1.2.3 PRESTO

En la publicación de Presto Spain de “¿qué es Presto?”, se menciona que Presto es un programa que está integrado bidireccionalmente con Microsoft Office, Primavera y Revit enfocados a la ejecución de obras. Asimismo, Presto integra la gestión y control de costos y presupuestos para edificación y obra civil al tomar en cuenta las necesidades de los involucrados en todas las etapas de desarrollo, tales como BIM Managers, Directores de ejecución de obra y Project Managers, Empresas constructoras y promotoras, entre otros. Toda la información se mantiene integrada en el presupuesto, desde la planificación hasta las certificaciones. (Espacio BIM Presto, 2024)

1.2.4 NAVISWORK

La fuente de Navisworks, de Autodesk Espacio BIM en enero de 2024, refiere a Navisworks como una herramienta destinada a la mejora de la calidad de los proyectos de construcción mediante técnicas de Gestión BIM. Esto quiere decir el uso de modelos federados, que son modelos con poca o nula capacidad de edición, para poder fiscalizar aspectos clave en la gestión del modelo BIM. El objetivo de Navisworks es ofrecer innumerables utilidades a la hora de rastrear y organizar la información de los modelos BIM. (Espacio BIM, 2024)

1.2.5. AUTODESK INSIGHT

En la información expresada por Renders Factory el 20 de junio del 2017 sobre el Análisis de Sostenibilidad de Edificios con Autodesk Insight, detalla que esta es una aplicación de servicio con acceso gratuito en la nube para suscriptores de Autodesk que permite analizar energéticamente un modelo de Revit, desde las etapas iniciales de diseño hasta que el edificio está completamente modelado. Del mismo modo también se detalla el uso de Green Building Studio como un software que trabaja de la mano de BIM con una metodología de trabajo colaborativo, su objetivo es centralizar y organizar la información del proyecto en un modelo 3D creado por todos sus agentes, esta información se organiza por capas, niveles o, mejor dicho, dimensiones, con lo cual se busca mejorar la información en base a la cual se toman decisiones en el proyecto. (Renders Factory, 2017)

CAPÍTULO 2. PLAN DE EJECUCIÓN

La presente etapa del estudio se basa en integrar y sintetizar los contenidos recopilados en el capítulo anterior, esto con el objeto de definir de una manera clara los procedimientos efectuados en el desarrollo del proyecto. El análisis se realizó de una forma técnica y estructurada bajo los parámetros definidos por las condiciones del sitio de implantación, así como los requerimientos fijados en el EIR y el uso herramientas software para la obtención de resultados; esto con el propósito de cumplir los objetivos planteados.

2.1 OBJETIVOS

2.1.1 GENERAL

Análisis energético, de costos y tiempo del proyecto “Centro de Monitoreo de Seguridad Ciudadana” implementando la metodología BIM para comparar el comportamiento de la edificación en dos regiones diferentes del Ecuador.

2.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Realizar un análisis energético a través del uso de software Insight para evaluar el comportamiento del edificio en dos zonas, costa y sierra.

Elaborar un análisis de costos mediante la herramienta Presto para comparar los dos escenarios establecidos.

Desarrollar un modelo 4D por medio de Presto para estimar el tiempo de ejecución de la obra con el fin de optimizar los procesos de planificación.

2.2. INFORMACIÓN DEL PROYECTO BIM

El proyecto comprende una edificación de orden público establecida para la seguridad ciudadana por medio del monitoreo y videovigilancia de la ciudad de Santo Domingo. En la tabla 1 que se muestra a continuación se detalla de manera concisa la ficha técnica del proyecto.

2.2.1 FICHA TÉCNICA

Como se observa en la tabla 1, a continuación se describen las principales características técnicas del proyecto “Centro de Monitoreo de seguridad ciudadana”.

Tabla 1

Ficha técnica del Proyecto

ELEMENTO DE LA FICHA	DESCRIPCIÓN
Nombre del proyecto	Implementación BIM para el análisis del proyecto “Centro de Monitoreo de seguridad ciudadana”, Santo Domingo
Dirección	Avenida Río Toachi 709, Río Verde, 230105 Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador
Fecha de inicio de proyecto	Octubre 2023
Fecha Fin de proyecto	Marzo 2024
Descripción del proyecto	Desarrollo de un CMS mediante la metodología BIM, realizando el análisis energético del edificio y mejorando la envolvente del mismo.
Topografía	Regular
Área del terreno	1.04 Hectáreas
Área de construcción	4358,34 m ²
Niveles	2
Zona climática	Húmeda muy calurosa (1-A)
Altura msnm	655 msnm
Temperatura promedio	22°C
Precipitación anual	3.000 a 4.000 mm

Nota. La presente tabla número 1 describe la ficha técnica del proyecto, información detallada de las fechas de inicio y terminación, ubicación, topografía y características ambientales de la zona. El autor.

2.2.2 CRONOGRAMA DEL PROYECTO

El cronograma del proyecto se expone en la siguiente tabla número 2, misma que hace referencia al cumplimiento de cada una de las tareas necesarias relacionadas con los objetivos del proyecto dentro de un periodo de 4 meses.

Tabla 2

Cronograma de Ejecución del Proyecto

CENTRO DE MONITOREO DE SEGURIDAD CIUDADANA "SANTO DOMINGO"					PLANNING PRO-BIM			
Nombre de tarea	RESPONSABLE	FECHA DE INICIO	FECHA DE ENTREGA	Duración	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4
ANÁLISIS ENERGÉTICO BIM	PLANNING PRO-BIM	mié 1/11/23	sáb 2/3/24	122 días	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero
ANÁLISIS DE INICIO DEL PROYECTO		mié 8/11/23	dom 3/12/23	26 días				
Evaluación de requerimientos EIR	BIM Manager	mié 8/11/23	mar 14/11/23	7 días				
Elaboración del Pre-BEP	BIM Manager	mié 15/11/23	sáb 18/11/23	4 días				
Establecer el Plan de Ejecución BEP	BIM Manager	dom 19/11/23	sáb 25/11/23	7 días				
Finiquitar parte contractual, firma de contratos	BIM Manager	dom 26/11/23	jue 30/11/23	5 días				
Generación del CDE	BIM Manager	vie 1/12/23	dom 3/12/23	3 días				
MODELADO 3D		vie 1/12/23	vie 9/2/24	71 días				
Modelo Estructural 3D	Lider EST	vie 8/12/23	vie 31/1/24	55 días				
Modelo Arquitectónico 3D	Líder ARQ	vie 1/12/23	lun 5/2/24	67 días				
Modelo MEP - Hidrosanitario	Líder MEP - HID	vie 15/12/23	vie 2/2/24	50 días				
Modelo MEP – Eléctrico/Elect/Mec	Líder MEP - ELC	vie 15/12/23	vie 9/2/24	57 días				
COORDINACIÓN DE MODELOS		vie 15/12/23	vie 20/2/24	68 días				
Coordinación multidisciplinar	Coordinador BIM	vie 15/12/23	vie 4/2/24	40 días				
Primer informe Energético de Sostenibilidad	Coordinador BIM	mié 3/2/24	jue 9/2/24	7 días				
Aprobar los cambios en mejoras de eficiencia energética	Coordinador BIM	mar 14/2/24	mar 20/2/24	7 días				
SOSTENIBILIDAD		mar 30/1/24	lun 26/2/24	28 días				
Análisis Energético <i>Insight</i> del MOD B.	Lider SOST	sáb 30/1/24	sáb 3/2/24	5 días				
Informe de posibles soluciones de mejoras del modelo	Lider SOST	vie 10/2/24	mar 13/2/24	4 días				

Generación de nuevo modelo energético región costa	Lider SOST	sáb 19/2/24	jue 22/2/24	4 días	
Reporte de análisis Energético Insight del modelo región sierra	Lider SOST	sáb 30/1/24	vie 2/2/24	4 días	
Informe de posibles soluciones de mejoras del modelo	Lider SOST	vie 10/2/24	mar 13/2/24	4 días	
Generación de nuevo modelo energético región sierra	Lider SOST	sáb 23/2/24	lun 26/2/24	4 días	
SIMULACIÓN CONSTRUCTIVA		vie 23/2/24	sáb 2/3/24	8 días	
Simulación Constructiva NAVISWORK COSTA	BIM Manager	vie 23/2/24	lun 26/2/24	4 días	
Simulación Constructiva NAVISWORK SIERRA	BIM Manager	mar 27/2/24	sáb 2/3/24	4 días	
PRESUPUESTO Y PLANIFICACIÓN		vie 2/2/24	vie 9/2/24	8 días	
Presupuesto Modelo Base Región Costa	Coordinador BIM	vie 2/2/24	vie 9/2/24	8 días	
Presupuesto Modelo Base Región Sierra	Coordinador BIM	vie 2/2/24	vie 9/2/24	8 días	
Presupuesto y Planificación del Modelo Mejorado Región Costa	BIM Manager	vie 2/2/24	vie 6/2/24	5 días	
Presupuesto y Planificación del Modelo Mejorado Región Sierra	BIM Manager	vie 2/2/24	vie 6/2/24	5 días	
RESULTADOS		sáb 10/2/24	lun 21/2/24	12 días	
Evaluación de costos con datos obtenidos Costa	BIM Manager	sáb 10/2/24	lun 19/2/24	10 días	
Evaluación de costos con datos obtenidos Sierra	BIM Manager	sáb 12/2/24	mie 21/2/24	10 días	
COLORIMETRÍA DE RESPONSABLES:					
BIM Manager					
Coordinador BIM					
Líder Arquitectura					
Líder Estructuras					
Líder MEP					
Líder Sostenibilidad					

Nota. La presente tabla número 2 indica la estructura definida para el cronograma de ejecución, con una colorimetría que identifica los responsables asignados para el cumplimiento de cada actividad en el plazo definido. El autor.

2.3 ROLES, RESPONSABILIDADES Y JERARQUÍAS

2.3.1 ROLES

La empresa consultora para el desarrollo del proyecto es Planning Pro BIM, la cual está enfocada en el desarrollo y la implementación de proyectos mediante la metodología de trabajo colaborativa BIM. La estructura destinada para la creación y gestión del proyecto se realizó mediante la obtención de perfiles profesionales que cumplan con los requerimientos detallados en los contratos de cada rol, a continuación, se muestra la tabla número 3 para la designación de roles.

Tabla 3

Designación de Roles al Equipo BIM

ROL BIM	Empresa	Responsable	Profesión	Correo
Bim Manager	Planning Pro Bim	Ing. Pablo Cuenca	Ingeniero Civil	pablo.cuenca@uisek.edu.ec
Coordinador BIM	Planning Pro Bim	Arq. David Gaibor	Arquitecto	david.gaibor@uisek.edu.ec
Líder ARQ	Planning Pro Bim	Arq. Paulette Itúrburu	Arquitecto	edith.iturburu@uisek.edu.ec
Líder EST	Planning Pro Bim	Ing. Diego Hinojosa	Ingeniero Civil	diego.hinojosa@uisek.edu.ec
Líder MEP	Planning Pro Bim	Ing. Diego Hinojosa	Ingeniero Civil	diego.hinojosa@uisek.edu.ec
Líder Sostenibilidad	Planning Pro Bim	Arq. Paulette Itúrburu	Arquitecto	edith.iturburu@uisek.edu.ec

Nota. La tabla número 3 muestra la asignación de roles a cada miembro del equipo BIM, su perfil profesional y contacto. El autor.

2.3.2 RESPONSABILIDADES

Es importante identificar y señalar las principales funciones de cada miembro del equipo de trabajo según la estructura jerárquica establecida, para lo cual se expone en la tabla 4 la asignación de responsabilidades de cada rol.

Tabla 4

Responsabilidades de cada miembro del equipo según su rol asignado

Rol	Responsabilidad
BM Manager	<ul style="list-style-type: none"> - Desarrollar y coordinar la implementación y cumplimiento del Plan de Ejecución BEP. - Desarrollar los flujos de trabajo del proyecto de una manera clara y estandarizada. - Desarrollar y validar los protocolos BIM durante la ejecución del proyecto. - Coordinar el trabajo colaborativo del equipo. - Asignar los permisos del entorno común de datos y establecer los requisitos para el intercambio de información. - Análisis 5D
Coordinador BIM	<ul style="list-style-type: none"> - Establecer medios y canales de comunicación. - Elaborar la línea base del alcance con sus principales entregables. - Realizar los procesos de chequeo de la calidad del modelo BIM. - Elaboración de carpetas en la nube Autodesk Construction Cloud en concordancia con la ISO 19650. - Análisis y gestión de colisiones - Elaboración del modelo federado - Generación de 4D
Líder Arquitectura/ Líder de Sostenibilidad	<ul style="list-style-type: none"> - Desarrollar el modelo 3D - Participar en la elaboración del libro de estilo de arquitectura - Colaborar en el desarrollo de las plantillas de vistas de arquitectura - Desarrollo de los flujos de trabajo de la disciplina - Realizar la auditoría disciplinar del modelo - Resolver las colisiones disciplinares - Exportar el modelo de acuerdo con los requerimientos establecidos para su coordinación o integración con las otras disciplinas - Elaborar los entregables de acuerdo a lo descrito en el contrato <p>Sostenibilidad</p> <ul style="list-style-type: none"> - Realizar el análisis de consumo energético en las dos regiones propuestas para el proyecto. - Añadir las propiedades analíticas de los materiales en el modelo 3D en Revit - Realizar la configuración de energía en el modelo - Generar el modelo energético en Revit - Desarrollar el análisis energético en Insight - Realizar el análisis comparativo del % de ahorro energético entre los escenarios planteados para cada zona - Desarrollo de los flujos de trabajo de la disciplina

	- Elaborar los entregables de acuerdo a lo descrito en el contrato
Líder Estructura/ Lider MEP	<ul style="list-style-type: none"> - Desarrollar el modelo 3D estructural - Participar en la elaboración del protocolo de estilo - Colaborar en el desarrollo de las plantillas de vistas - Desarrollo de los flujos de trabajo de la disciplina - Realizar la auditoría disciplinar del modelo - Resolver las colisiones disciplinares - Exportar el modelo de acuerdo con los requerimientos establecidos para su coordinación o integración con las otras disciplinas. - Elaborar los entregables (plano, tablas, etc) - Desarrollar el modelo 3D MEP (fontanería y electricidad) - Participar en la elaboración del protocolo de estilo - Colaborar en el desarrollo de las plantillas de vistas - Desarrollo de los flujos de trabajo de la disciplina - Realizar la auditoría disciplinar del modelo - Resolver las colisiones disciplinares - Corrección de interferencias del modelo Estructural con las demás disciplinas - Exportar el modelo de acuerdo con los requerimientos establecidos para su coordinación o integración con las otras disciplinas. - Elaborar los entregables (plano, tablas, etc)

Nota. La tabla descrita número 4 muestra las responsabilidades adquiridas de cada miembro del equipo según el rol asignado. El autor.

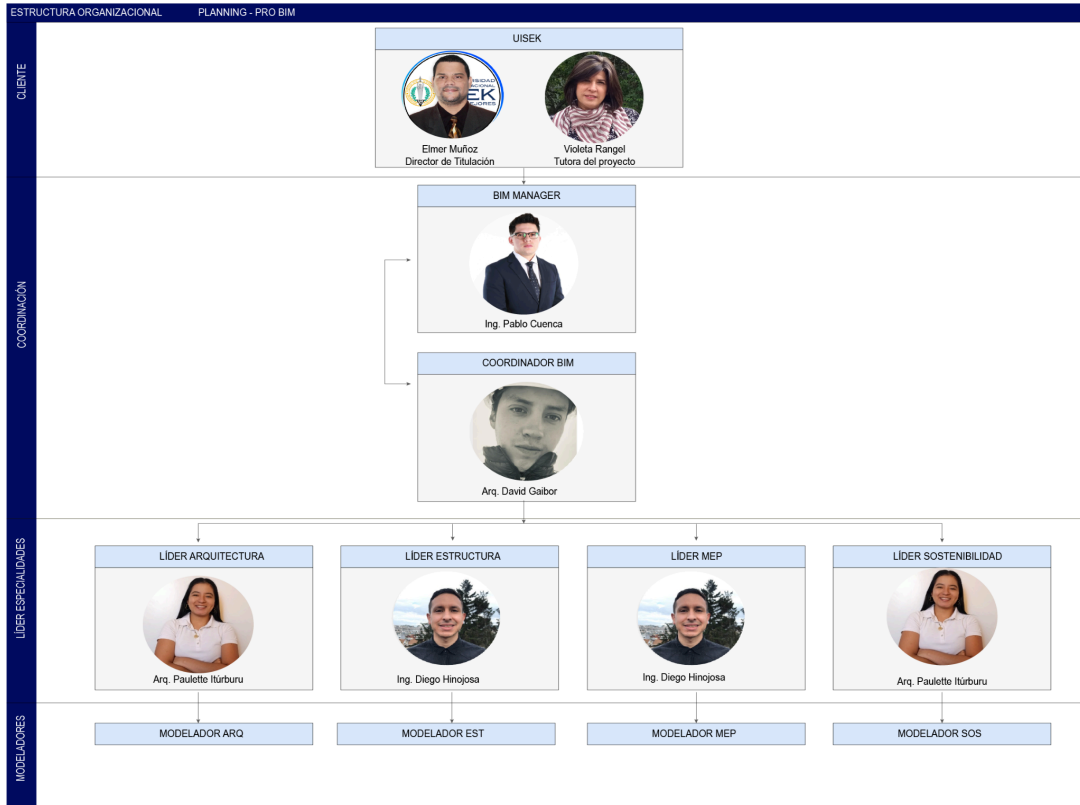
2.3.3 JERARQUÍAS

Dentro del ciclo de vida del proyecto es fundamental establecer reuniones de revisión de avance de cada uno de los entregables con los responsables designados por el cliente y la coordinación del proyecto; esto con el objetivo de transmitir las necesidades de satisfacción en el nivel de calidad del producto revisado.

Desde que se arranca hasta su culminación se debe dar un seguimiento adecuado, ya que en caso de existir diferencias de criterios entre ambas partes éstas sean resueltas a tiempo para continuar con un progreso dentro de los plazos establecidos. A continuación se muestra en la imagen 1 la estructura jerárquica de la empresa y el cliente.

Imagen 1

Estructura jerárquica del proyecto



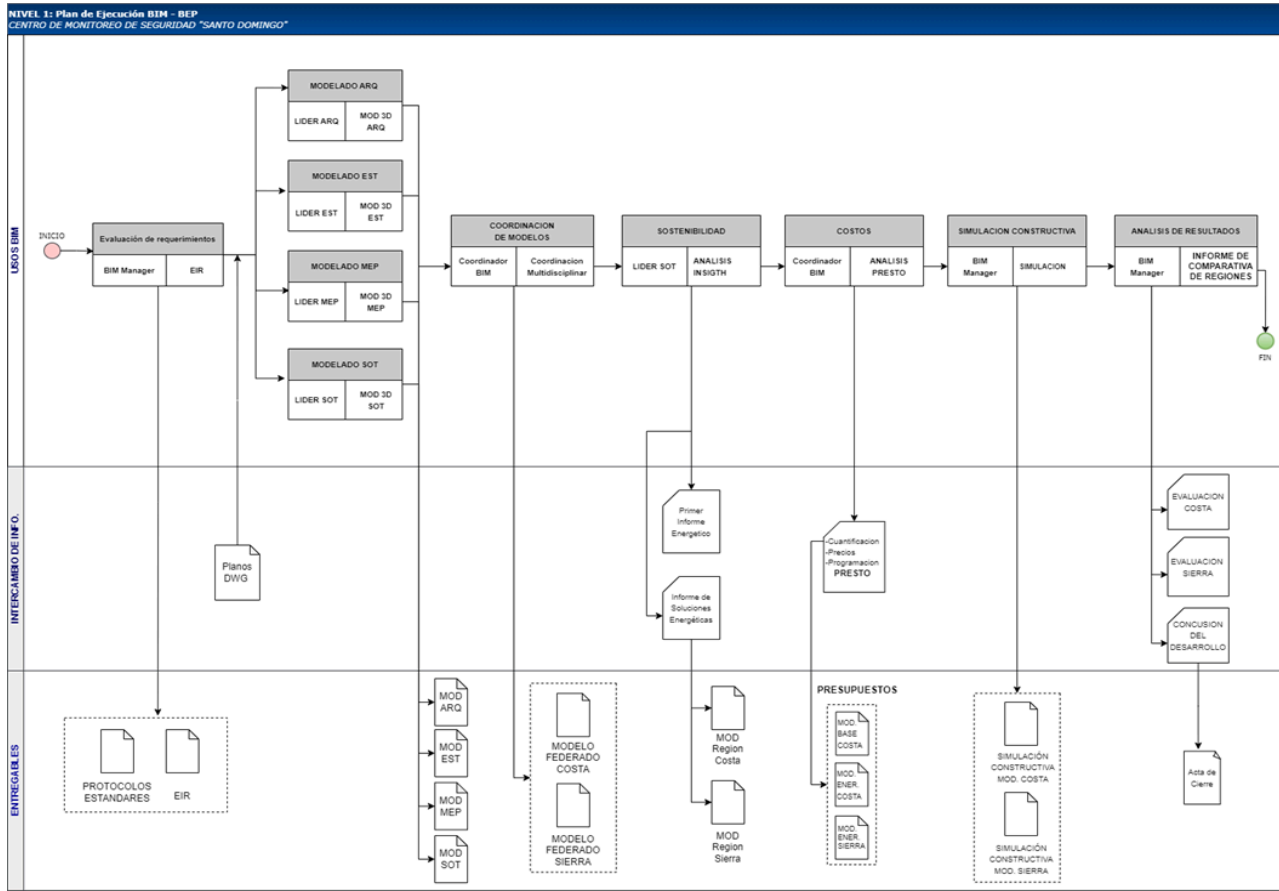
Nota. La imagen número 1 indica la estructura jerárquica del proyecto establecida dentro de 4 niveles, en el primer nivel se muestran a los clientes, en el segundo nivel se señala a la coordinación del proyecto, y en el nivel 3 y 4 el equipo de desarrollo de cada disciplina con sus respectivos líderes y modeladores. El autor.

2.4. DISEÑO DE PROCESOS

Desarrollar una estructura de trabajo acertada comprende establecer estrategias para la gestión del proyecto, es así que se ha fijado la creación de un plan de ejecución BEP en el que se determinan directrices y criterios enfocados a los objetivos a cumplir. En el mismo se incluye la información contractual otorgada por el cliente, así como los roles, la organización de la información dentro del entorno común de datos y el punto de la aprobación de cada entregable con cada uno de sus formatos. A continuación, se presenta el diagrama de flujo del BEP del proyecto en la imagen 2 y el listado de diagramas según cada rol en la tabla número 5.

Imagen 2

Diagrama de flujo del plan de ejecución BEP



Nota. La imagen número 2 muestra el diagrama de flujo del plan de ejecución del proyecto, en el cual se detallan 3 carriles de información para los usos BIM, intercambio de información, y los entregables resultantes de cada proceso. El autor.

Tabla 5

Lista de diagramas de flujo según cada rol

FLUJO	ROL
Flujo Bim Manager	Pablo Cuenca
Flujo Coordinador BIM	David Gaibor
Flujo Líder Arquitectura	Paulette Iturburu
Flujo Líder Estructura	Diego Hinojosa
Flujo Líder Mep	Diego Hinojosa
Flujo Líder Sostenibilidad	Paulette Iturburu

Nota. La presente tabla describe la ficha técnica del proyecto, información detallada de las fechas de inicio y terminación, ubicación, topografía y características ambientales de la zona. El autor.

2.5 REQUERIMIENTOS DE INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN EIR

El documento en la que se establecen los requisitos y expectativas del cliente, se definen en el EIR como se observa en la imagen 3, en cuanto a la información que se debe producir, los responsables y el nivel de información.

Imagen 3

Requerimiento de intercambio de información EIR

PARTES RESPONSABLES		INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN				NOMENCLATURA DE ARCHIVOS			
ARQUITECTO	ARQ	PLANNING PRO BIM				CENTRO DE MON CMS			
ESTRUCTURAL	STR					ARQUITECTURA	ARQ		
MECÁNICO	MEC					ESTRUCTURA	STR / EST		
ELÉCTRICO	ELEC					MEP SANITARIO	MEP FONT		
HIDROSANITARIO	HIDRO.					MEP MECÁNICO	MEP MEC		
SOSTENIBILIDAD	SOST					MEP ELÉCTRICO	MEP ELEC		
COORDINADOR BIM	COOR					SOSTENIBILIDAD	SOST		
BIM MANAGER	BM.								

USO BIM		DISEÑO TÉCNICO			ESTIMACIÓN DE COSTOS			SIMULACIÓN CONSTRUCTIVA		
FASE DEL PROYECTO		DISEÑO			CONSTRUCCIÓN			CONSTRUCCIÓN		
FORMATO DE CLASIFICACIÓN	ELEMENTOS DEL MODELO BIM	LOD	RESP	EXCLUSIONES	LOD	RESP	EXCLUSIONES	LOD	RESP	EXCLUSIONES
A	ESTRUCTURA									
A10	CIMENTACIÓN									
A 1010	PLINTOS DE H.A.		350 STR			350 BM			350 COOR	
A1010	COLUMNAS HASTA N-0.30									
A101010	COLUMNAS DE H.A.		350 STR			350 BM			350 COOR	
A10101010	COLUMNAS HASTA N+3.00		300 STR			300 BM			300 COOR	
A1010101010	VIGAS Y LOSAS		300 STR			300 BM			300 COOR	
B	ARQUITECTURA									
B10	MUROS		350 ARQ			350 BM			350 COOR	
B1010	ACABADOS EN PISO		200 ARQ			200 BM			200 COOR	
B101010	VENTANAS		200 ARQ			200 BM			200 COOR	
B10101010	PUERTAS		200 ARQ			200 BM			200 COOR	
B1010101010	CIELO FALSO		300 ARQ			300 BM			300 COOR	
B101010101010	ACABADOS EN PARED		300 ARQ			300 BM			300 COOR	
C	MEP ELÉCTRICO									
C10	LUMINARIAS		300 ELEC			300 BM			300 COOR	
C1010	TOMA CORRIENTES		200 ELEC			200 BM			200 COOR	
C101010	TRANSFORMADOR		100 ELEC			100 BM			100 COOR	
D	MEP HIDROSANITARIO									
D10	AGUA FRIA		200 HIDRO			200 BM			200 COOR	
D1010	AGUA CALIENTE		200 HIDRO			200 BM			200 COOR	
D101010	RED SANITARIA		200 HIDRO			200 BM			200 COOR	
D10101010	RED AGUA LLUVIA		200 HIDRO			200 BM			200 COOR	
E	MECÁNICO									
E10	SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO		200 MEC			200 BM			200 COOR	

Nota. La presente tabla describe la ficha técnica del proyecto, información detallada de las fechas de inicio y terminación, ubicación, topografía y características ambientales de la zona. El autor.

Los hitos para la implementación del proyecto son fundamentales para supervisar el progreso, por lo que en la tabla 6 se detalla en 4 hitos como son el desarrollo del BEP, avance de modelado, resolución de conflictos y modelo federado.

Tabla 6

Hitos de la implementación BIM en el proyecto

No.	Hito	Entregable	Fecha inicio	Fecha Fin
1	Desarrollo del BEP			
1.1	Definición de objetivos BIM alineados a EIR	Lineamientos de cumplimiento de EIR	01/11/2023	17/11/2023
1.2	Socialización de BEP con equipo	Plantillas, libro de estilo, estándares	20/11/2023	20/11/2023
2	Avance de modelado			
2.1	Creación de carpetas en entorno común de datos ACC	Carpetas acordes a la normativa ISO 19650 en la plataforma Autodesk Construction Cloud	20/11/2023	01/12/2023
2.2	Modelo Arq 70 Est 70 Mep 40 Avance ARQ - 60 % EST 40 % MEP 20%	Avance de modelado	01/12/2023	15/12/2023
3	Resolución de conflictos			
3.1	Elaboración de matriz de interferencias	Pruebas para realizar interferencias/ jerarquías	18/12/2023	29/12/2023
3.2	Resolución de interferencias entre disciplinas	Interferencias resueltas	02/01/2024	08/01/2024
3.3	ARQ 80% EST 80% MEP 60% SOSTENIBILIDAD 100%	Avance de modelado	08/01/2024	19/01/2024
4	Modelo Federado			
4.1	Interferencias resueltas	100% interferencias resueltas y/o aceptadas	22/01/20234	09/02/2024
4.2	ARQ 100% EST 100% MEP 100% SOSTENIBILIDAD 100%	Modelo auditado	02/01/2024	16/02/2024

Nota. La presente tabla número 6 describe los hitos de coordinación establecidos en cuatro periodos, el primer hito menciona el desarrollo del plan de ejecución, el segundo el avance de modelado, el tercer hito la resolución de conflictos y el cuarto la elaboración de los modelos federados. El autor.

2.5.1 HISTÓRICO DE REVISIONES

Para garantizar una trazabilidad y transparencia en el ciclo de vida del proyecto, se proporcionará un histórico de revisiones como se aprecia en la imagen 7, en donde se describe la fecha, número de minuta, responsable y motivo de modificaciones

Tabla 7

Minutas de revisiones

Versión de minuta	Fecha	Responsable	Motivo de modificación
M_CMSC_01	8-11-2023	BIM Manager	Reunión inicial alcances
M_CMSC_02	12-11-2023	BIM Manager	Revisión de Avance Nro.1
M_CMSC_03	15-11-2023	BIM Manager	Revisión de Avance Nro.2
M_CMSC_04	03-12-2023	BIM Manager	Revisión de Avance Nro.3
M_CMSC_05	10-12-2023	BIM Manager	Revisión de Avance Nro.4
M_CMSC_06	17-12-2023	BIM Manager	Revisión de Avance Nro.5
M_CMSC_07	23-12-2023	Tutor Proyecto	Revisión de Avance Nro.6
M_CMSC_08	07-01-2024	BIM Manager	Revisión de Avance Nro.7
M_CMSC_09	14-01-2024	BIM Manager	Revisión de Avance Nro.8
M_CMSC_11	24-01-2024	Tutor Proyecto	Revisión de Avance Nro.9
M_CMSC_12	30-01-2024	Tutor Proyecto	Revisión de Avance Nro.10
M_CMSC_12	06-02-2024	Tutor Proyecto	Revisión de Entregables Región Costa/Sierra
M_CMSC_12	15-02-2024	Tutor Proyecto	Elaboración de Presentación del Proyecto para la región Costa/Sierra

Nota. La presente tabla número 7 describe el histórico de revisiones de cada una de las reuniones de trabajo evidenciadas por medio de minutas. El autor.

2.5.2. ESTRATEGIA DE COMUNICACIÓN

En la tabla 8, se detalla cómo va a ser la comunicación en el transcurso del proyecto, como el tipo, la modalidad, plataforma, horarios e integrantes.

Tabla 8

Estrategia de Comunicación

Tipo	Modalidad	Plataforma	Horarios	Integrantes
Reuniones semanales	Online	ZOOM	Lunes-miércoles	Recurso Humano Planning Pro BIM
Comunicación recurrente	Online	Whatsapp	diario	Recurso Humano Planning Pro BIM

Nota. La tabla número 8 describe las estrategias de comunicación implementadas para el desarrollo del proyecto, por medio del tipo de reunión, modalidad y horarios asignados para cada integrante del equipo de trabajo. El autor.

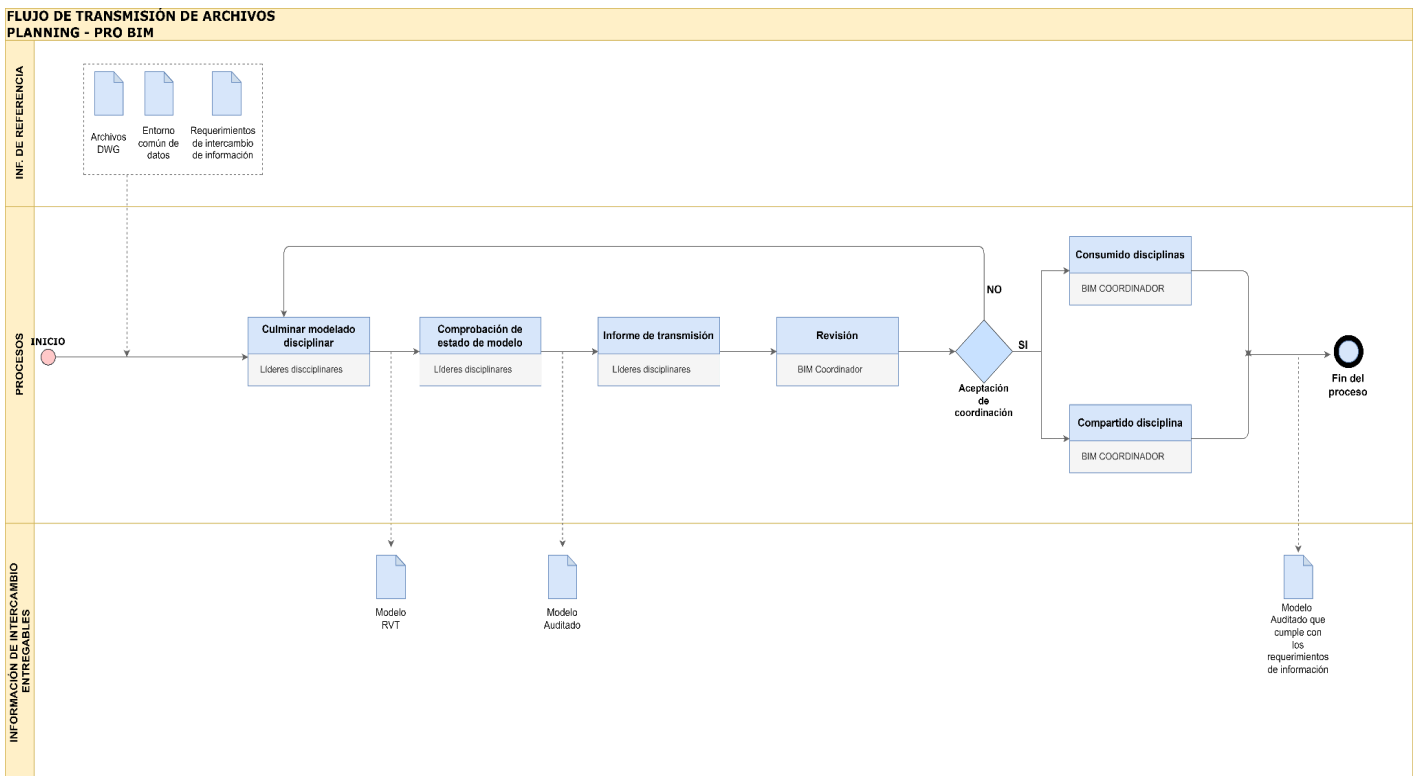
2.6 PROCEDIMIENTOS DE COLABORACIÓN (CDE), PROTOCOLO ISO

19650

Un punto clave en el desarrollo del proyecto es trabajar dentro de un entorno de datos común, en el cual desarrollamos, cargamos y verificamos cada uno de los entregables de una manera organizada, ágil y óptima. Es crucial que cada miembro del equipo tenga clara la gestión de la información dentro del mismo, para lo cual; se crearon permisos a cada subcarpeta de cada disciplina, así como también un diagrama de flujo en el que se muestra la generación y gestión correcta de la información. En la imagen número 4 se representa el diagrama de flujo de transmisión de archivos, donde se encuentra la información de referencia (archivos DWG, entorno común de datos y requerimientos de intercambio de información), procesos y entregables (modelo RVT y modelo auditado). La importancia del uso de la norma ISO 19650 en un entorno común de datos, permite estandarizar y estructurar la información que se carga en el proyecto, garantizando un control de la información.

Imagen 4

Diagrama del flujo de trabajo dentro del entorno común de datos CDE



Nota. La imagen número 4 describe el trabajo dentro del entorno de datos común según la ISO 19650, con el proceso relacionado al trabajo de coordinación para la revisión y gestión de la información. El autor.

2.7 INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA

La infraestructura tecnológica para el desarrollo del proyecto es importante para garantizar la interoperabilidad, por lo que en la tabla 9 se definen cada uno de los softwares para cada proceso.

Tabla 9

Infraestructura Tecnológica

Gestión de Proyectos	Modelado	Análisis Energético	Presupuesto	Cronograma	Simulación Constructiva
Autodesk Construction Cloud (ACC)	Revit 2024	Insight	Presto 23	Presto 23	Presto 23
				Project	Naviswork

Nota. La presente tabla número 6 indica la infraestructura tecnológica para el desarrollo del proyecto.. El autor.

2.8 ESTRUCTURA DEL MODELO (PROTOCOLO DE INFORMACIÓN)

El protocolo de información designado para el desarrollo del proyecto en el cual se incluyen las reglas, estándares, indicaciones y nomenclatura que será de uso obligatorio para todos los involucrados se detalla a continuación en las tablas e imágenes del todo el subcapítulo número 2.8.

2.8.1. USOS PREVISTOS Y EXCLUIDOS

Tabla 10

Usos previstos y excluidos de cada entregable con sus respectivos responsables

Uso	Descripción	Responsable
1	Modelo 3D	Líderes de especialidades
2	Planos 2D	Líderes de especialidades
3	Tablas de cantidades	Líderes de especialidades
4	Presupuestos	BIM Manager
5	Planificación	Coordinador BIM
6	Análisis energético	Líder sostenibilidad
7	Renders	No Aplica
8	Recorrido virtual	No Aplica

Nota. La tabla número 10 señala los usos previstos de cada elemento dentro del protocolo de intercambio de información con su respectivo responsable . El autor.

2.8.2 ORIENTACIÓN DE LOS MODELOS

Dirección: Avenida Río Toachi 709, Río Verde, 230105 Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador.

Tabla 11

Coordenadas geográficas del proyecto

Latitud	Longitud
-0.265531	-79.167122

Nota. La tabla 11 muestra las coordenadas geográficas del proyecto. El autor.

2.8.3 UNIDADES

Tabla 12

Sistema de unidades utilizado en el proyecto

Sistema	Unidad	Decimales	Ángulos	Pendiente
métrico	metro	2	grados	%

Nota. La presente tabla número 12 indica el sistema de unidades utilizado en el proyecto. El autor.

2.8.4 ABREVIATURAS

Tabla 13

Abreviaturas

Descripción	Abreviatura
Centro de Monitoreo y Seguridad Ciudadana	CMS
Bim Manager	BM
Coordinador BIM	CB
Líder Arquitectura	LA
Líder Estructura	LE
Líder Mep	LM
Líder Sostenibilidad	LS
Arquitectura	ARQ
Estructura	EST
Sanitaria	SANT
Eléctrica	ELEC
Mecánico	MEC
Planta baja	PB
Primer Nivel	P1
Segundo Nivel	P2
Urbanización	00

Nota. La tabla número 13 descrita muestra la abreviatura para el uso dentro del proyecto. El autor.

2.8.5 NOMENCLATURA

2.8.5.1 NOMENCLATURA DE DOCUMENTOS

Tabla 14

Nomenclatura de documentos

Proyecto	Disciplina	Versión
CMS	ARQ	T01
CMS	EST	T01
CMS	SOS	T01
CMS	SAN	T01
CMS	ELEC	T01
CMS	MEC	T01

Nota. La tabla 14 indica la nomenclatura designada para el uso dentro del proyecto con su denominación según la disciplina y versión. El autor.

2.8.5.2 NOMENCLATURA DE PLANOS

Ejemplo: ARQ-00/CMS/LA/PB/ARQ/PLANTA

Tabla 15

Nomenclatura de planos

No Plano	Proyecto	Creador	Nivel	Especialidad	Tipo
ARQ-00	CMS	LA	PB	ARQ	PLANTA

Nota. La tabla 15 indica la nomenclatura asignada a la denominación de planos según su disciplina, número, niveles y tipo. El autor.

2.8.5.3 NOMENCLATURA DE DISCIPLINAS

La nomenclatura en cada disciplina proporciona claridad y organización en la implementación del proyecto, por lo que en las tablas 16, 17 y 18 se describe cada uno de los elementos de cada disciplina.

Tabla 16

Nomenclatura de la disciplina de Arquitectura

Arquitectura		
Elemento	Nomenclatura	LOD
Muros	Marca de tipo / Clase de Muro / Grosor / Espesor	300
Ventanas	Marca de tipo / Apertura / Número de Hojas / Material / Persiana / Ancho x Alto	300
Puertas	Marca de tipo / Apertura / Número de Hojas / Material / Cerradura / Clasificación de incendios / Ancho x Alto	300
Suelos	Marca de tipo / Clase de suelo / Grosor	300

Nota. La presente tabla 16 describe la estructura de la nomenclatura para los elementos de la disciplina de arquitectura, así como su nivel de desarrollo LOD 300. El autor.

Tabla 17

Nomenclatura de la disciplina de Estructuras

Estructura		
Elemento	Nomenclatura	LOD
Armazón estructural	Marca de tipo/Material / Ancho x Alto	300
Cimentación estructural	Marca de tipo/Material /Largo x Ancho x Alto	300
Pilares estructurales	Marca de tipo/Material / Largo x Ancho	300

Nota. La presente tabla 17 describe la estructura de la nomenclatura para los elementos de la disciplina de estructuras, así como su nivel de desarrollo LOD 300. El autor.

Tabla 18

Nomenclatura de la disciplina de Instalaciones MEP

Mep		
Elemento	Nomenclatura	LOD
Tubería	Marca de tipo / Material / Dimensión	300
Accesorios de tubería	Marca de tipo / Material / Dimensión	300
Aparatos sanitarios	Marca de tipo / Material / Dimensión	300
Luminarias	Marca de tipo / Material / Voltaje	300
Tomacorrientes	Marca de tipo / Material / Voltaje	300
Interruptores	Marca de tipo / Material / Voltaje	300
Tubería eléctrica	Marca de tipo / Material / Dimensión	300
Ductos aire acondicionado	Marca de tipo / Material / Dimensión	300
Terminales de aire	Marca de tipo / Material / Dimensión	300

Nota. La presente tabla 18 describe la estructura de la nomenclatura para los elementos de la disciplina de instalaciones MEP así como su nivel de desarrollo LOD 300. El autor.

2.8.6 NIVEL DE DETALLE GRÁFICO

El LOD dentro del proyecto proporciona claridad y establece estándares para gestionar la evaluación de calidad del modelo, como se puede observar en la tabla 19 se define el LOD para cada disciplina.

Tabla 19

Nivel de desarrollo según la disciplina

MODELO	NIVEL DE LOD
ARQ	300
EST	300
MEP	300
MEC	300

Nota. La presente tabla 19 describe el nivel de desarrollo de cada disciplina establecido en un LOD 300 para cada una. El autor.

2.8.6.1 CRITERIOS GENERALES PARA EL MODELADO

- Modelar los elementos nivel por nivel, referidos a los niveles arquitectónicos
- Modelar cómo se construye.
- Crear un solo modelo por disciplina en un archivo único
- Usar plantillas de disciplina generadas
- Usar nomenclatura de archivos, objetos y planos
- Definir función estructural de elementos
- Limitar el uso de grupos
- Control de warnings
- Purgado de archivos
- No arrancar el modelo MEP hasta que el arquitectónico y estructural estén en un 60% de avance
- Los modelos se enviarán coordinación una vez que estén auditados en Autodesk Checker con 100%
- Cuando arquitectura tenga niveles y rejillas definidos con un avance del 20% se le enviará a EST para que inicie el proceso de modelado
- Modelar cómo se construye

2.8.6.1 AUDITORIAS

Una auditoría de modelo BIM es un proceso de revisión exhaustiva de un modelo de información de construcción (BIM) para evaluar su calidad, precisión y

cumplimiento con los estándares y requisitos del proyecto. La auditoría se realiza para identificar posibles deficiencias, errores o inconsistencias en el modelo, con el objetivo de mejorar su integridad y utilidad. Santiago. (2023, febrero 20). *Auditoría de modelos BIM*.

La estructura de contenidos de una auditoría de modelo BIM varía dependiendo del alcance y los requisitos específicos del proyecto, para el proyecto CMS de auditoraron los siguientes elementos: Revisión de datos, cumplimiento de estándares, coordinación entre disciplinas, calidad visual, integridad del modelo.

2.8.6.2 ESTÁNDARES

Aplicación de la normativa ISO 19650

2.8.6.3 TOLERANCIAS

En el proyecto se utilizará una tolerancia de 0.01m en todas las disciplinas

2.8.7.4 MANUAL DE ESTILO

El manual de estilo para el modelado dentro de la metodología BIM es un documento que establece las pautas, estándares y procedimientos específicos que deben seguir los equipos de diseño y construcción al crear y gestionar modelos de información de construcción (BIM) para un proyecto en particular. Este manual define cómo deben ser creados, organizados y presentados los elementos dentro del modelo BIM, con el objetivo de garantizar consistencia, interoperabilidad y calidad en el desarrollo del proyecto. El manual de estilo es usado por los modeladores y líderes de especialidades para desarrollar los modelos respectivos. Comúnmente es entregado por el coordinador Bim del proyecto según el proyecto a desarrollar. Para el proyecto CMS, el manual de modelado fue desarrollado en conjunto con el coordinador BIM y los líderes de las especialidades asegurando que refleje las mejores prácticas y requisitos específicos del proyecto.

A. Generalidades del modelo

Las generalidades de un modelo BIM se refieren a las características y aspectos fundamentales que definen la naturaleza y el alcance del modelo de información de construcción. Estas generalidades proporcionan una visión inicial del modelo BIM y establecen las bases para su desarrollo, gestión y uso a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

1. Requerimientos

Los modelos serán desarrollados en Revit 2024

2. Propiedad

La empresa Planning Pro Bim es la propietaria de los modelos, esto incluye a las familias incluidas dentro de los modelos y cualquier otro contenido presentado como parte de este

3. Calidad

Todos los elementos utilizados para desarrollar el modelo deben ser nativos de Revit y contener la información paramétrica respectiva. Para el desarrollo de los modelos del proyecto CMS se definieron los siguientes parámetros para asegurar la calidad de los modelos: parámetros geométricos, propiedades de materiales, relaciones paramétricas (vínculo de elementos con niveles).

4. Nivel de detalle

El nivel de LOD que se desarrollará en cada modelo es el siguiente:

- Arquitectura: 300
- Estructura: 300
- Mep: 300
- Sostenibilidad: 300

5. Granularidad

Arquitectura: Los elementos que midan menos de 10cm no serán modelados.

Estructura: Se moldearán elementos tales como pernos, y placas de conexión.

6. Organización

Todos los modelos deben mantener el navegador de proyectos planteado por coordinación.

B. Requerimientos

1. Software

Todos los modelos deben mantener el navegador de proyectos planteado por coordinación.

- Autodesk Revit Arquitectura 2024
- Autodesk Revit Estructura 2024
- Autodesk Revit MEP 2024
- Microsoft Project
- Presto

En adición a Revit se ha adoptado las siguientes aplicaciones:

- Autodesk Navisworks-
- Autodesk Insight

2. Tipos de archivos

Todos los archivos deberán ser compatibles con la versión de Revit que se está manejando en el proyecto. Los siguientes formatos son necesarios para cada entrega:

- Modelo Revit: RVT
- Naviswork Geometría: NWC

- Naviswork Federado: NWF

A. Plantillas

El grupo Planning Pro BIM desarrolló tres plantillas generales para incluir en todos los modelos. Las plantillas definidas fueron las siguientes:

- Plantilla para plantas: CMS- Plantas
- Plantilla para secciones: CMS- Secciones
- Plantilla para elevaciones: CMS- Elevaciones

Estas plantillas fueron compartidas con los líderes para el desarrollo de los modelos del proyecto.

1. Unidades de dibujo

Se utilizarán las unidades de dibujo en formato métrico.

- Distancia: metros
- Área: metros cuadrados
- Volumen: metros cúbicos
- Ángulo: decimales
- Pendiente: decimales

2. Textos en general

- Fuente: Arial
- Tamaño: 3 mm
- Estilo: Opaco

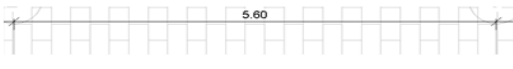



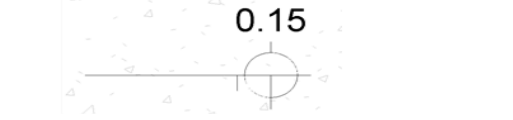
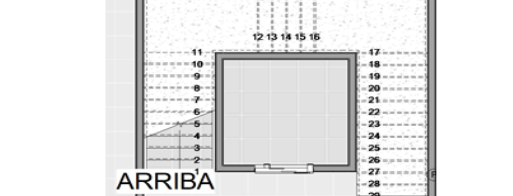
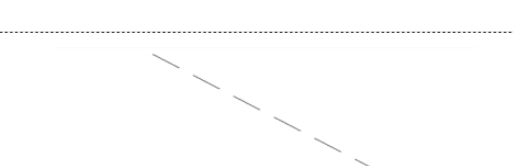
3. Escala de dibujo

Será definido por cada líder, dependiendo de la cantidad de información que se requiera mostrar en los planos

4. Simbología

Imagen 5

Simbología del manual de modelado

SIMBOLOGÍA	GRÁFICOS
<p>COTAS Estilo lineal diagonal: tipo de cadena continuo, tipo de directriz arco, marca diagonal, directriz lejos del punto inicial</p>	
<p>REJILLAS Rejilla burbuja 6.5mm: simbolo extremo de rejilla, segmento continuo, patron trazo punto punto</p>	
<p>ETIQUETAS DE VENTANA M_Etiqueta de ventana: Color negro, Arial, fondo transparente</p>	
<p>ETIQUETAS DE PUERTA M_Etiqueta de ventana: Color negro, Arial, fondo transparente</p>	
<p>ETIQUETAS DE ESPACIO M_Etiqueta de espacio: Color negro, Arial, fondo transparente</p>	<p style="text-align: center;">OFIC. 3</p> <div style="border: 1px solid black; width: 60px; margin: auto; padding: 2px 10px; text-align: center;">41</div>
<p>COTA DE ELEVACION VERTICAL Base elevacion punto base del proyecto, punta de flecha ninguno, color negro, simbolo destino rellenado, texto arial</p>	
<p>ESCALERAS Incluir numero de huella, direccion ascendente de escalera</p>	
<p>LÍNEAS PROYECCIÓN: estilo de línea oculto</p>	

Nota. La presente tabla describe los parámetros a considerar para representar los elementos en el modelo.

2.9 ENTREGABLES

Los entregables permitirán gestionar la información y establecer expectativas claras para el desarrollo del proyecto, como se aprecia en la tabla 20 se definió un listado y un responsable para cada entrega.

Tabla 20

Listado de Entregables

Nombre de entregable	Responsable	Formato de entrega	Método de entrega
Plan de ejecución BIM	BIM Manager	PDF	Informe de transmisión ACC
EIR	BIM Manager	PDF	Informe de transmisión ACC
Plantillas	Coordinador BIM	RTE	Informe de transmisión ACC
Flujos de trabajo	Cada rol	PDF	Informe de transmisión ACC
Modelo ARQ	Líder ARQ	RVT	Informe de transmisión ACC
Modelo EST	Líder EST	RVT	Informe de transmisión ACC
Modelo MEP	Líder MEP	RVT	Informe de transmisión ACC
Modelo energético	Líder Sostenibilidad	RVT	Informe de transmisión ACC
Tablas de cantidades	Líder especialidades	EXCEL	Informe de transmisión ACC
Presupuestos	BIM Manager	PRESTO	Informe de transmisión ACC
Cronograma de obra	Coordinador BIM	NAVISWORK/ PROJECT	Informe de transmisión ACC
Simulación constructiva		PRESTO	Informe de transmisión ACC

Nota. La presente tabla número 20 indica cada uno de los entregables requerido del proyecto con su respectivo responsable asignado, así como el formato y método de entrega. El autor.

3. ROLES. COORDINADOR BIM

La consultora Planning Pro Bim por medio de su BIM Manager Ing. Pablo Cuenca solicitó los servicios del Arq. David Gaibor para desempeñar el rol de Coordinador BIM. Como primer punto se realizó una reunión con el BIM MANAGER, meeting donde se socializó el proyecto a desarrollarse, responsabilidades y entregables por parte del área de coordinación. Para proceder a la firma del contrato

3.1 OBJETIVO

Realizar control de calidad de los modelos de todas las disciplinas del proyecto CENTRO DE MONITOREO DE SEGURIDAD CIUDADANA y generar un modelo federado, libre de interferencias.

3.2 RESPONSABILIDAD

Las responsabilidades acordadas en el contrato BIM con el BIM MANAGER son las siguientes:

- Coordinación y planificación de reuniones con el equipo
- Elaboración de protocolo y las plantillas para todas las disciplinas antes de empezar a modelar
- Estructuración de carpetas en entorno común de datos
- Revisiones periódicas de los avances de los modelos.
- Chequeo de interferencias entre las disciplinas
- Conjuntamente con los líderes disciplinares plantear soluciones a las interferencias detectadas en el modelo.
- Desarrollar el modelo federado.
- Simulación constructiva

En síntesis, el coordinador BIM es el responsable de entregar plantillas, protocolos para iniciar con el desarrollo de modelos, auditar, generar informes de interferencias, solicitar sus correcciones al responsable de cada disciplina y entregar un modelo libre de interferencias a la disciplina de 4D 5D 6D

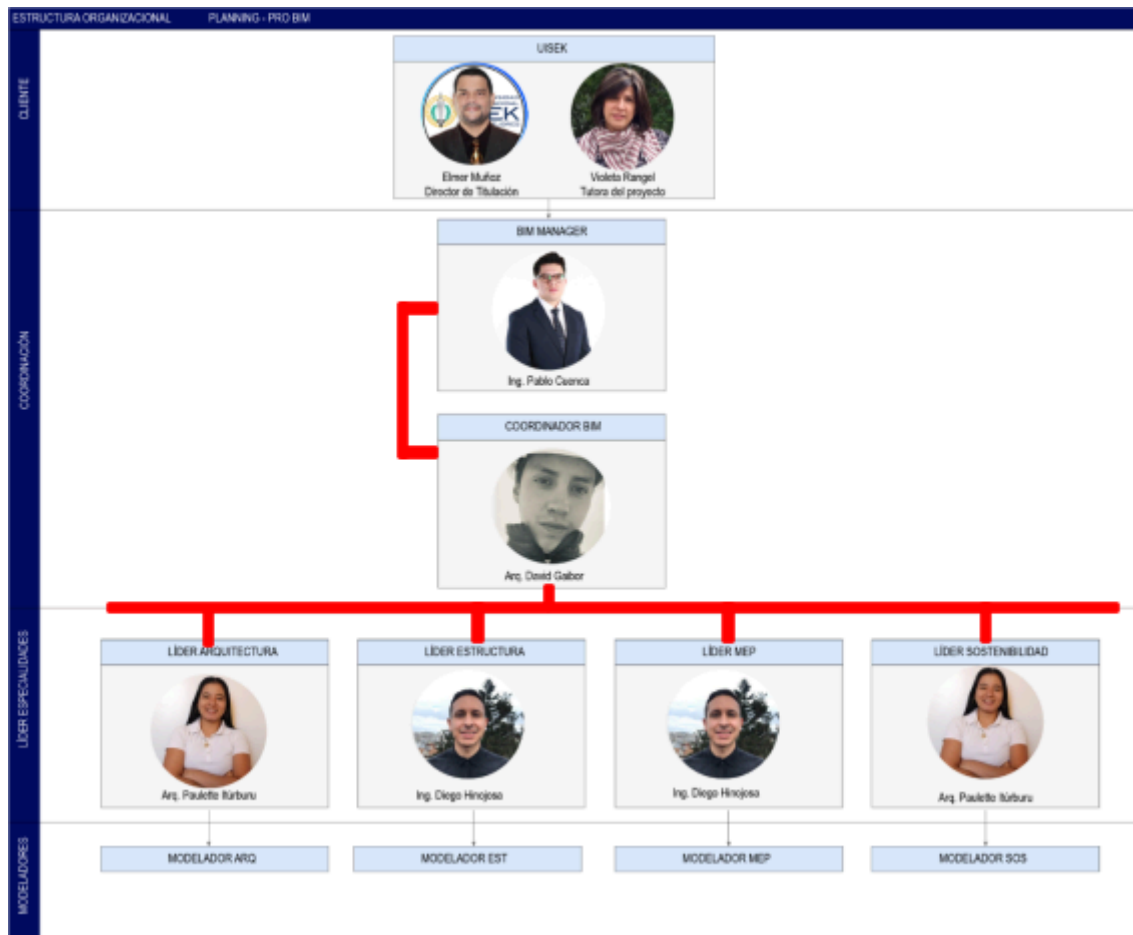
3.3 COMUNICACIÓN

Como Coordinador BIM mantengo una comunicación constante y directa con los líderes de cada una de las disciplinas involucradas, con la finalidad de dar

cumplimiento respecto al desarrollo de entregables con la calidad establecida y en los tiempos planteados por el BIM MANAGER

Imagen 6

Estructura organizacional de la empresa Planning Pro Bim



Nota: La imagen número 6 detalla la estructura organizacional y a su vez como se establecen los canales de comunicación desde el área de coordinación con el BIM MANAGER y líderes disciplinares. El autor.

3.4 CANALES DE COMUNICACIÓN

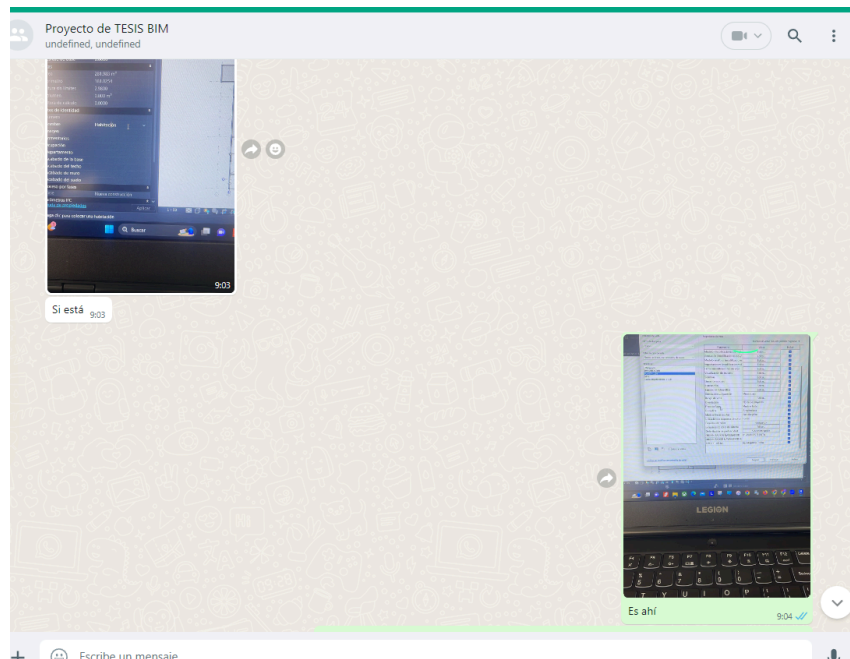
En colaboración con el BIM MANAGER se estableció un cronograma de reuniones y asuntos a tratar.

Para resolver dudas de una manera eficaz se planteó el uso de la plataforma de Whatsapp espacio en el que se creó un grupo con las personas involucradas en el

desarrollo del proyecto y para reuniones semanales se definió como medio la plataforma zoom.

Imagen 7

Canal de comunicación Planning Pro BIM



Nota: En la imagen 7 se observa el planteamiento de dudas a ser resueltas con brevedad. Autor.

3.5 FLUJO DE TRABAJO COORDINADOR BIM

El flujo de trabajo permitió establecer las entradas, procesos y entregables del área de coordinación referido a todas las disciplinas (ver imagen 8).

Como entradas necesarias para el desarrollo de procesos de coordinación están los siguientes:

- Estándares de implementación de Planning Pro BIM
- Contrato
- Requerimientos de intercambio de información.

Al ser proporcionados los requisitos anteriormente detallados se desarrollaron los siguientes procesos:

- Crear sistemas de intercambio de información para lo cual cree una estructura de carpetas acorde a la normativa ISO 19650 y en colaboración con el BIM MANAGER asignamos permisos a los líderes disciplinares.
- Entregar los archivos en formato DWG a los líderes disciplinares
- Definir fecha y lugares de reuniones
- Definir áreas de coordinación de todas las disciplinas
- Establecer protocolos de modelado para estandarizar su desarrollo entre todas las disciplinas.

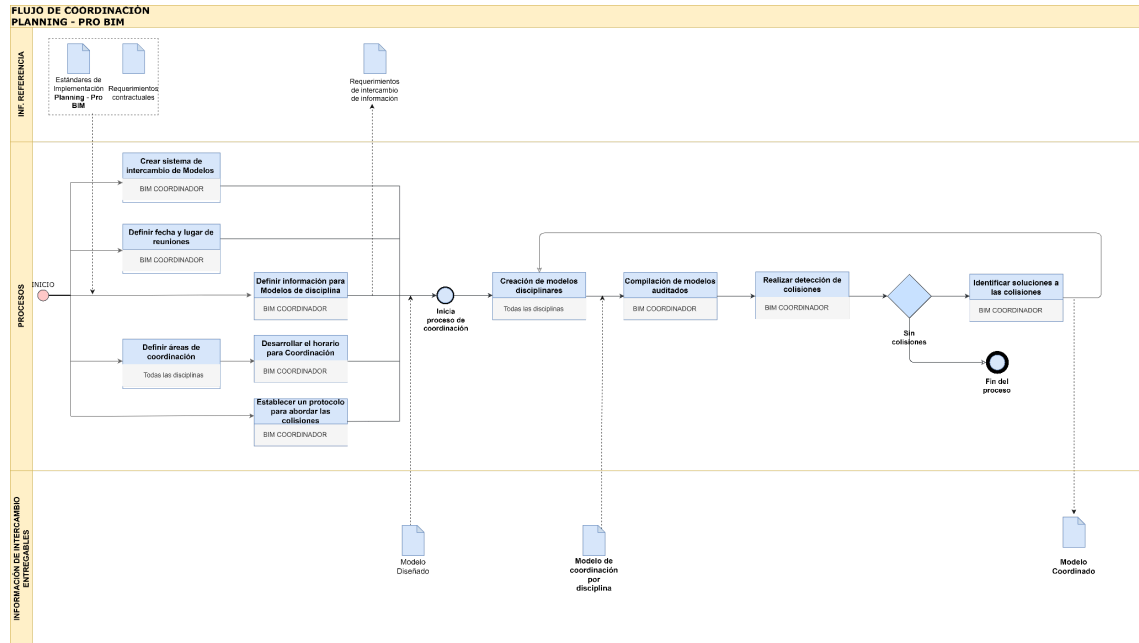
Una vez iniciado los procesos de coordinación y con la recepción de modelos e informes de auditoría se realizaron las detecciones de interferencias multidisciplinares.

Concluido este proceso existen dos alternativas:

- Existencia de Colisiones. Se procede a la gestión de colisiones conjuntamente con el líder disciplinar se analizan las posibles soluciones y el modelo retorna a la fase de modelado para realizar los cambios y repetir el proceso.
- Sin Colisiones el proceso culmina y obtenemos el entregable de modelo coordinado.

Imagen 8

Flujo coordinador BIM



Nota: En la imagen se describen las entradas, procesos, entregables del área de coordinación. Autor.

En la siguiente sección se detallarán los procesos que se desarrollaron como BIM COORDINADOR para dar cumplimiento a los objetivos planteados y entregables acordados en el contrato con el BIM MANAGER (*Ver anexo 1. Contrato COORDINADOR BIM*).

3.6 ENTREGABLES PROPORCIONADOS PARA INICIO DE MODELADO Y PROCESOS DE COORDINACIÓN

El BIM MANAGER proporcionó al área de coordinación los diseños del proyecto en 2D y 3D y como coordinador publiqué en el entorno común de datos en cada carpeta disciplinar.

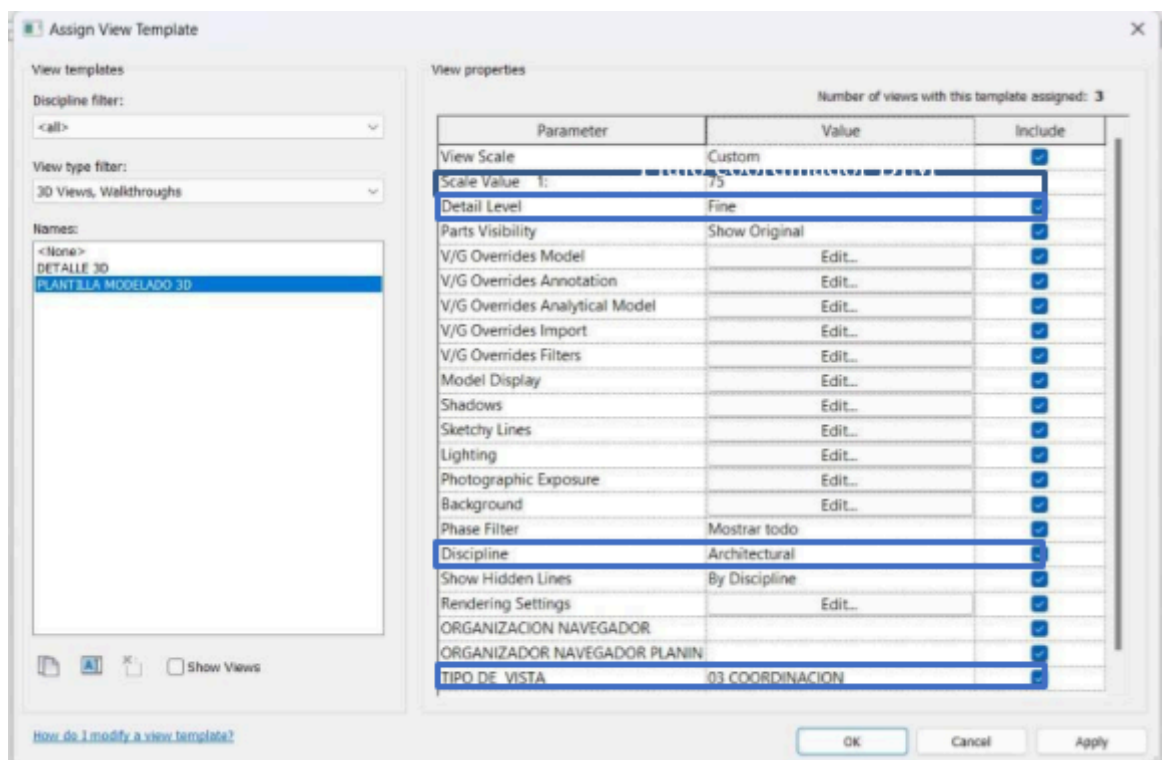
- Diseños en formato DWG
- Modelos Arquitectura, Revit 2024

PLANTILLAS

Para el desarrollo de los procesos de modelado se compartió plantillas de vista que controlan todos los parámetros de visualización de la empresa Planning Pro BIM ajustadas a cada una de las disciplinas (ver imagen 9 ,10) :

Imagen 9

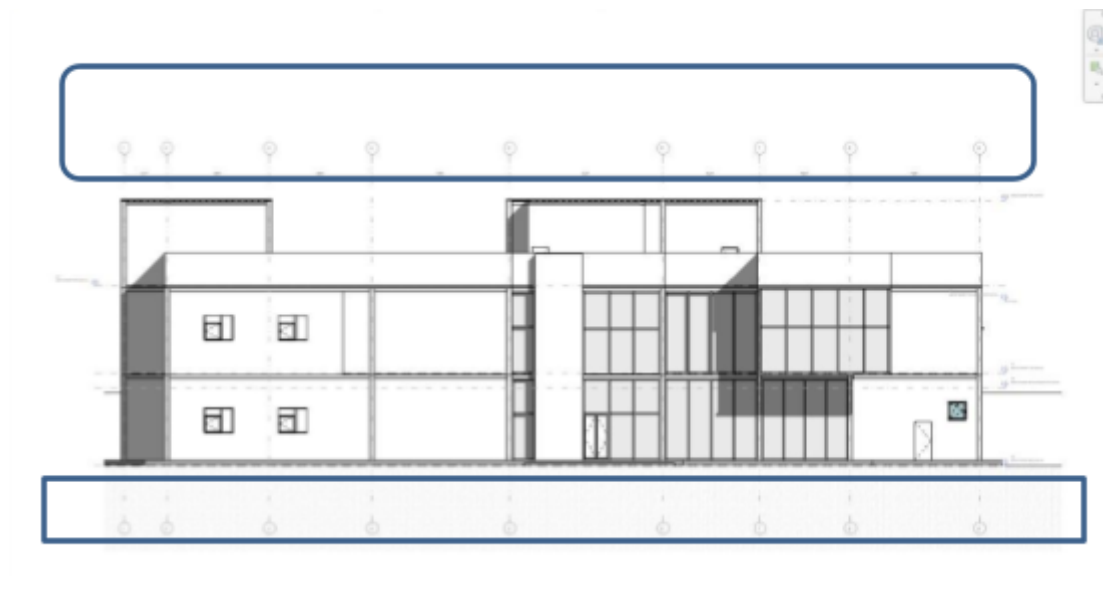
Plantilla de vista modelado 3D



Nota: La imagen 9 detalla las configuraciones de la plantilla de vista 3D en la que se visualiza los elementos de escala, disciplina, nivel de detalle, tipo de vista. Autor. Estandarizando la visualización en la presentación de modelos entre todas las disciplinas. Autor.

Imagen 10

Plantilla de vista modelado 3D



Nota: La imagen 10 denota la plantilla de vista de alzado arquitectónico denominada FACHADA 1:50 está controlando la escala. En este caso es 1:50 el nivel de detalle medio, el estilo de cotas, textos, etc. Autor.

Imagen 11

Plantilla de vista por disciplinas

PLANTILLA DE VISTA			
1. ARQ.	1.1 - Plantas		
	1.2 - Secciones		
	1.3 - Alzados		
2. EST.	2.1 - Plantas		
	2.2 - Secciones		
	2.3 - Alzados		
3. MEP.	3.1 - ELEC.	3.1.1 - Iluminación.	3.1.1.1 - Techo reflejado
		3.2.2 - Potencia.	3.1.1.1 - Planta
	3.2 - FONT.	3.2.1 - Agua potable.	3.2.1.1 - Planta
		3.2.2 - Aguas residuales	3.2.1.2 - Alzados
		3.2.2.1 - Planta	
		3.2.2.2 - Alzados	

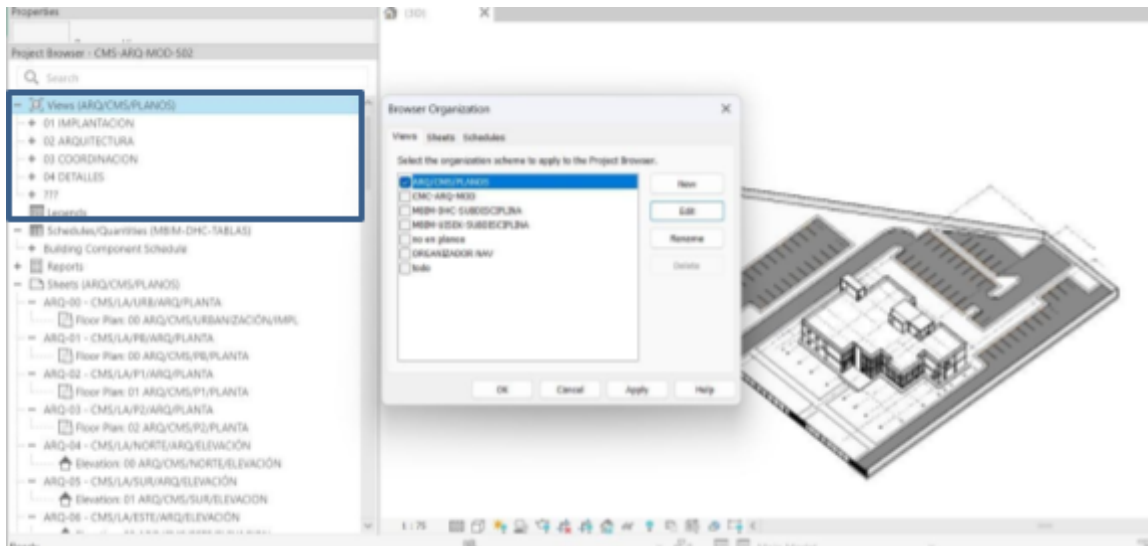
Nota: Es importante tomar en cuenta que cada una de las disciplinas tienen varios formatos de plantillas, que responden satisfactoriamente a los requerimientos de visualización en cuanto a nivel de detalle, escala, estilo de texto, etc. Como se muestra en la (Imagen 11). Autor.

NAVEGADOR DE PROYECTOS

Además, se generaron carpetas en el navegador de proyectos ver (Imagen 12,13) que permiten llevar la información de vistas, tablas, planos de una manera organizada y sistemática acorde a las necesidades de cada disciplina.

Imagen 12

Navegador de proyectos



Autor.

Imagen 13

Navegador de proyectos por disciplina

Arquitectura			Estructura			MEP		
01	Implantación		01	Plantas		01	Plantas	
02	Arquitectura		02	Alzados		02	Alzados	
03	Coordinación		03	Coordinación		03	Coordinación	
04	Detalles		04	Planos		04	Planos	
05	Planos							

Autor.

Al ser proporcionados cada uno de los insumos descritos anteriormente inician los procesos de modelado tomando en cuenta los siguientes protocolos

3.7 PROTOCOLO DE MODELADO

Los líderes multidisciplinares son los encargados de velar por el cumplimiento de los lineamientos de modelado, con la finalidad de cumplir con los procesos de estandarización del desarrollo de modelos. En la (Imagen 14) se observan los principales parámetros a ser tomados en cuenta :

Imagen 14

Protocolos de modelado

- | | | | |
|---|------------------------------------|---|---|
| 1 | Modelar cómo se construye | 5 | Modelar a partir de plantillas |
| 2 | Est inicia cuando Arq. este al 20% | 6 | Uso de nomenclatura en archivos obj. y planos |
| 3 | Niveles arquitectónicos referencia | 7 | Crear un solo modelo por disciplina en un archivo único |
| 4 | Limitar el uso de grupos | 8 | Control de warnings |

Autor.

Con el objetivo de establecer un control de avance de entregables y proyecto una de mis responsabilidades estaba determinada por la organización de reuniones para lo cual se realizó el siguiente planteamiento.

3.7.1 COORDINAR Y PLANIFICAR REUNIONES

El cronograma de reuniones se desarrolló acorde al cronograma de proyecto planteado por el BIM MANAGER ver (Tabla 2 - monografía BIM MANAGER) en el que se establece la siguiente tabla compuesta por los asuntos a tratar, proponiendo un objetivo claro a ser resuelto en dicha sesión, el medio en el que se desarrollará compuesto por la plataforma de reuniones si es de manera virtual o el lugar si es presencial, además se

detalla los involucrados, fechas y finalmente cuáles fueron las resoluciones del meeting.
ver (Imagen 15).

Imagen 15

Cronograma de reuniones

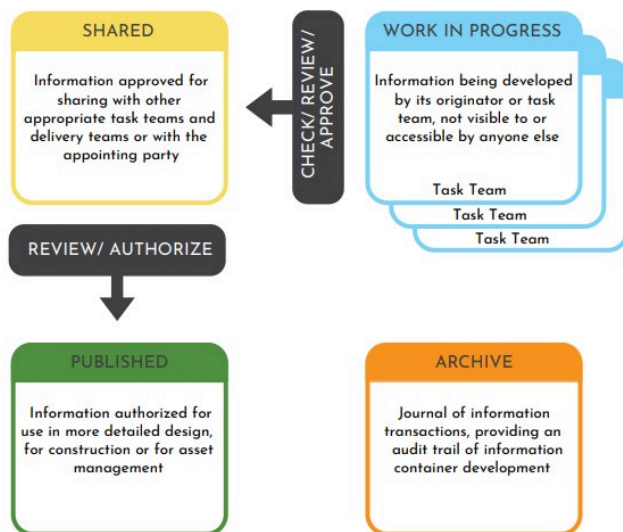
CRONOGRAMA DE LUGAR Y FECHA DE REUNIONES												
PLANING PRO BIM												
Asunto a tratar	Medio			Participantes						FECHA	Resolución	
	Whatsapp	Zoom	Presencial	B.M.	B.C.	L.A.	L.E.	L.MEP	L.SOST.			
Finiqutar parte contractual, firma de contratos											23/11/2023	Sociabilización responsabilidades contractuales
Generación de carpetas y permisos entorno común de datos											28/11/2023	Carpetas y permisos acorde a normativa ISO 19650
Sociabilización protoco de modelado, plantillas											30/11/2023	Sociabilización de estándares de modelado
Transmisión de correcciones modelo Arq											10/12/2023	Asignación de correcciones
Transmisión de correcciones modelo Est											15/12/2023	Asignación de correcciones
Transmisión de correcciones modelo Mep											20/12/2023	Asignación de correcciones
Revisión de modelos auditados multidisciplinares											28/12/2023	Toma de desiciones con respecto a los modelos
Solicitud de correcciones en modelos											3/1/2024	Asignación de correcciones
Solicitud de correcciones en modelos											3/1/2024	Asignación de correcciones
Sociabilización de mejores energeticas											5/2/2024	Directrices para modelo energético
Análisis de 4D Y 5D											9/2/2024	Informe 4D Y 5D

Autor.

3.7.2 Elaboración de carpetas en el entorno común de datos acorde a la normativa ISO 19650

Imagen 16

Cronograma de reuniones



<https://msistudio.com/cde-segun-iso-19650-2/>

Para el desarrollo de la transmisión de archivos se crearon cuatro carpetas ver (Imagen 16). en la plataforma autodesk construction cloud acorde a los lineamientos de la normativa ISO 19650. En la carpeta de WIP se desarrollan los modelados de cada una de las disciplinas, al alcanzar un nivel de madurez considerable , al ser compartidos a otras disciplinas se colocan en la carpeta de consumido de la disciplina que va a hacer uso del modelo y también pasa a formar parte de la carpeta de compartido de la disciplina desarrollada, que sirve de respaldo de los archivos que se han compartido, cuando los modelos alcanzan una madurez del 100% pasan a ser colocados en la carpeta de publicado y al finalizar el proceso en la carpeta de archivado.

3.7.3 Sistema de permisos

A cada uno de los integrantes del equipo de Planning Pro BIM se les asignó un color, de tal manera que se pueda ejemplificar visualmente la presencia y permisos que tiene en cada carpeta del entorno común de datos. Es así que el color azul se lo designó al BIM MANAGER, amarillo COORDINADOR BIM, cian lider de arquitectura, verde agua lider de sostenibilidad, verde oscuro lider de estructuras, naranjado lider MEP. como se muestra en la (Imagen 17). El BIM MANAGER está en todas las carpetas y mantiene los permisos de ver, crear el COORDINADOR BIM DE igual manera se encuentra en todas las carpetas y tiene los permisos de ver y crear, los líderes disciplinares únicamente se encuentran en la carpeta de WIP en la que se les asigna permisos de ver, crear, editar.

Imagen 17

Estructura de carpetas y permisos



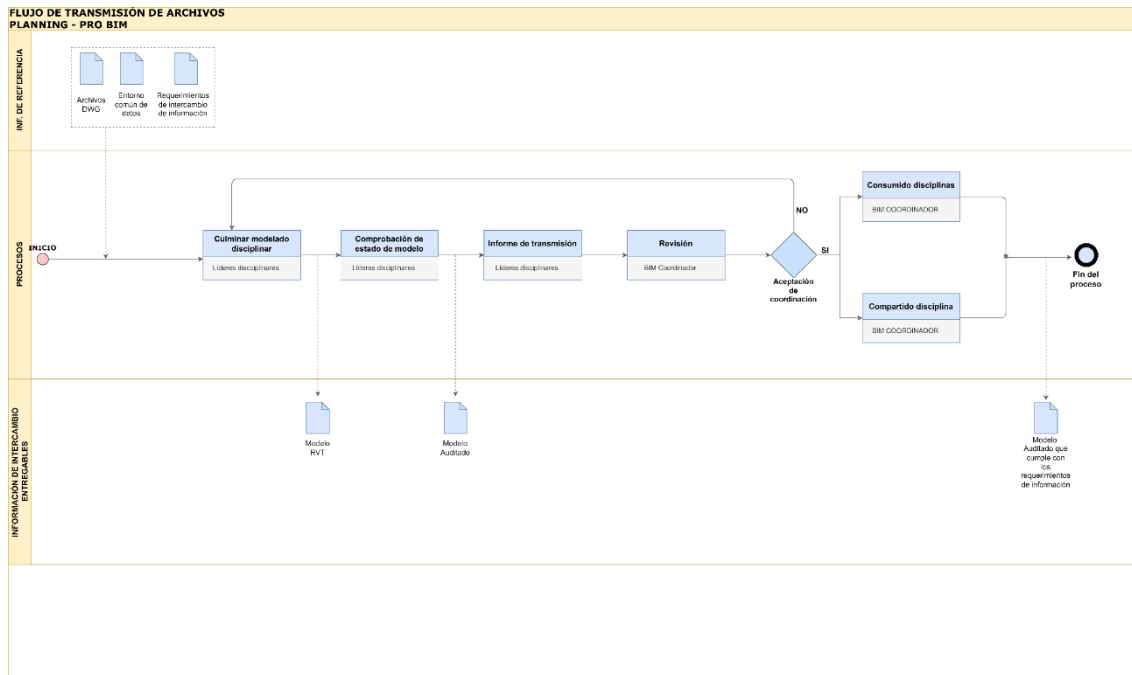
Autor.

3.7.4 Transmisión de archivos

Para una explicación más detallada se realizó el siguiente flujo de trabajo que ilustra el proceso:”

Imagen 17

Flujo de transmisión de archivos



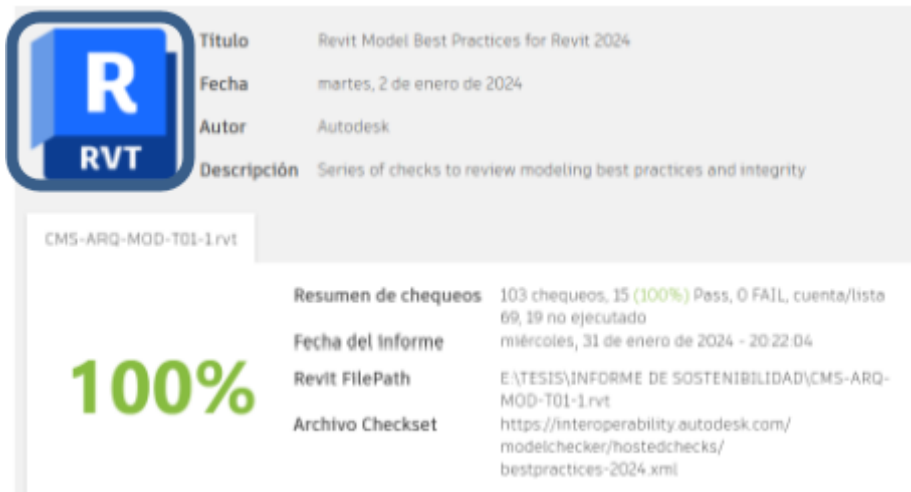
Autor.

Para ejemplificar el proceso de transmisión de archivos se desarrollará el flujo descrito en la (Imagen 17). enfocado a la disciplina de arquitectura.

El líder disciplinar de arquitectura por medio del entorno común de datos envía un informe de transmisión al coordinador BIM, en dicho informe está adjunto el archivo del modelo en formato rvt y adjunto el informe de estado del modelo.

Imagen 18

Informe de estado de modelo disciplina arquitectura



The screenshot shows a report titled "Revit Model Best Practices for Revit 2024" by Autodesk. It includes a large green "100%" indicator. The report details the following information:

Título	Revit Model Best Practices for Revit 2024
Fecha	martes, 2 de enero de 2024
Autor	Autodesk
Descripción	Series of checks to review modeling best practices and integrity
Resumen de chequeos	103 chequeos, 15 (100%) Pass, 0 FAIL, cuenta/lista 69, 19 no ejecutado
Fecha del informe	miércoles, 31 de enero de 2024 - 20:22:04
Revit FilePath	E:\TESIS\INFORME DE SOSTENIBILIDAD\CMS-ARQ-MOD-T01-1.rvt
Archivo Checkset	https://interoperability.autodesk.com/modelchecker/hostedchecks/bestpractices-2024.xml

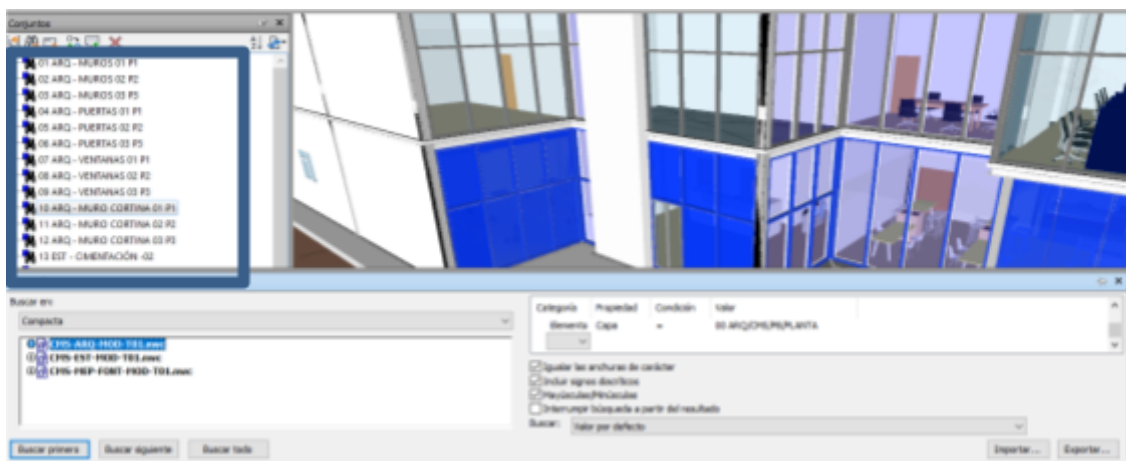
Autor.

3.6 Conjuntos de búsqueda

Posterior a la recepción del archivo como coordinador BIM procedo a elaborar conjuntos de búsqueda por disciplina acorde a las propiedades de tipo, material, elemento que se adapte a los conjuntos a ser elaborados.

Imagen 19

Conjuntos de búsqueda

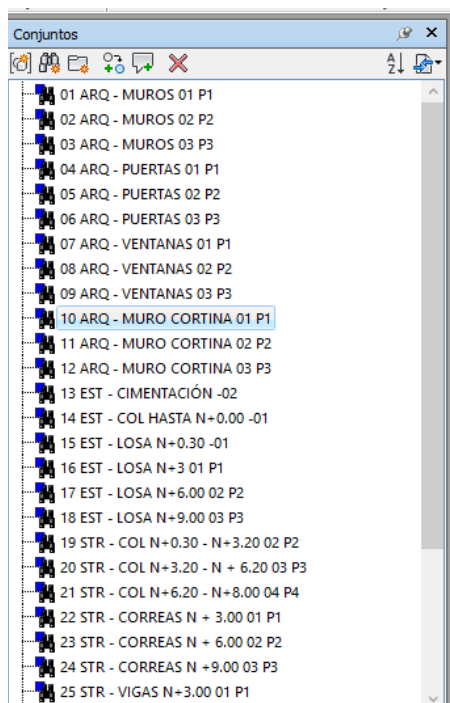


Autor.

En este caso se elaboró un conjunto de la disciplina de arquitectura (ver Imagen 19) que pertenece a la familia de muro cortina la búsqueda inteligente de familias se desarrolló en base a la categoría de elemento, propiedad capa y la condición que sea igual a todos los muros cortinas que se encuentran en el nivel 00 ARQ/CMS/PB/PLANTA. Y de esta manera se realizaron todos los conjuntos de búsqueda inteligente por disciplina, nivel, de tal manera que sea fácil someter a pruebas de detección de interferencias.

Imagen 20

Conjuntos de búsqueda



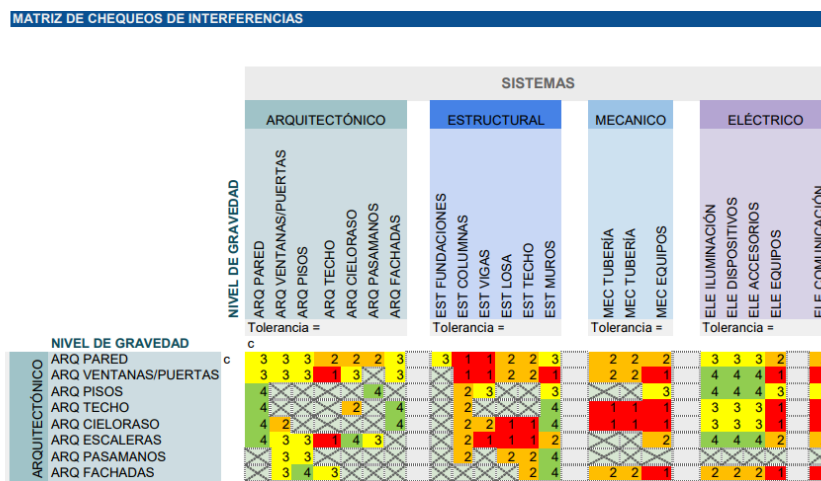
Nota: Como se muestra en la (Imagen 20). se elaboró conjuntos de búsqueda de las disciplinas de arquitectura, estructuras, meps hidrosanitario, eléctrico, mecánico, según las familias que se requerían someter a pruebas de detección de colisiones, esta división por disciplina, familia y nivel facilitó la realización de pruebas de detección de interferencias de una manera organizada y sistemática. Autor.

3.7 Análisis de interferencias

Una vez que se recibieron los modelos disciplinares y se realizaron los conjuntos de búsqueda inteligente se revisó el cronograma de la matriz de interferencias ver (Imagen 21) para proceder a realizar las distintas pruebas de colisiones. Tomando en cuenta los criterios de jerarquía que están en el siguiente orden. En el nivel uno está la disciplina de estructuras, segundo arquitectura, tercero mecánico, cuarto mep hidrosanitario, quinto mep eléctrico. En cuanto a la resolución de interferencias por prioridades la prioridad uno está representada por el color rojo y expresa la resolución urgente de los conflictos , prioridad dos color naranja y determina un retraso en la planificación si los conflictos no son resueltos, prioridad tres color amarillo y denota cosas menores, finalmente la prioridad cuatro esta determinada por el color verde y determina cosas pequeñas.

Imagen 21

Matriz de colisiones



Nota: La matriz de interferencias es una herramienta de planificación de las diferentes pruebas que se llevarán a cabo entre disciplinas. Está compuesta por filas y columnas

que detallan la disciplina y familias. En sus intersecciones se especifican las pruebas a ser desarrolladas entre disciplinas y prioridad con las que deben ser resueltas. Autor.

3.8 Diseño de pruebas de colisiones

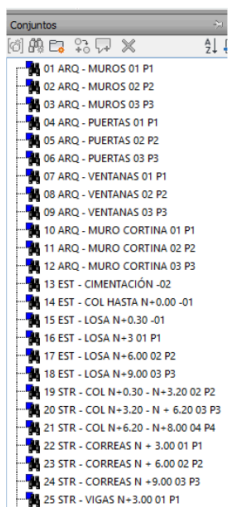
En la (Imagen 22) se ejemplifica cual es el proceso que se siguió para la programación de pruebas de colisiones, en donde se observa los conjuntos de búsqueda que fueron sometidos a detección de interferencias, obteniendo como resultado 6 interferencias encontradas entre la disciplina Mep hidrosanitario y Estructuras. Posterior a la detección se procedió a analizar su nivel de importancia, en este caso las colisiones tenían una prioridad 4 por lo que fueron aprobadas.

Imagen 22

Diseño de pruebas de colisiones

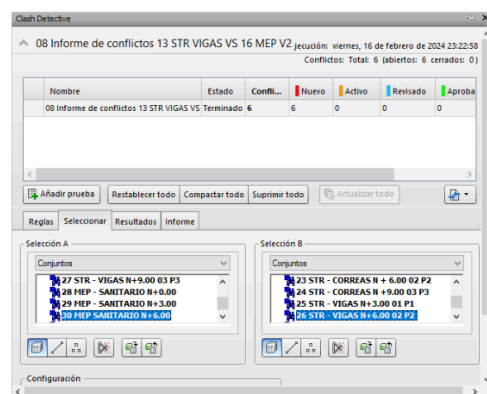
GESTIÓN DE COLISIONES

CONJUNTOS DE BÚSQUEDA



- 1 Disciplina
- 2 Tipo
- 3 Nivel

DISEÑO DE PRUEBAS



Autor.

A continuación se muestran las colisiones ver (Imagen 23) de mayor representatividad en el proyecto. En el primer caso se observa un total de 720 interferencias entre las disciplinas de Estructuras y Mep hidrosanitario, lo que hubiese representado un retraso

de la planificación de 15 días, en el segundo caso existe un total de 120 interferencias entre la disciplina de arquitectura muros y estructuras suelos, lo que representaría una duplicidad de 350 m² de muros, finalmente en el tercer caso se detectaron 550 interferencias entre muros y vigas lo que implicaría un aumento del área de muros de 300 m². Autor.

Imagen 23

Colisiones EST - MEP - MUROS - SUELOS

GESTIÓN DE COLISIONES



Al obtener los resultados de colisiones para continuar con el flujo de coordinación se procedió a revisar la matriz de prioridades ver (Imagen 24), como prioridad uno está la disciplina de estructura, prioridad dos Arquitectura, tres Mep mecánico, cuatro MEP hidrosanitario y cuatro MEP eléctrico. Autor.

Imagen 24

Prioridad de resolución de colisiones

PRIORIDAD DE RESOLUCIÓN EN EL MODELO PLANING PRO BIM		
PRIORIDAD	DEFINICIÓN DE PRIORIDAD	(HITO)
1	Estructura de la edificación	final del diseño preliminar
2	Arquitectura	diseño desarrollado en
3	MEP hidrosanitario	diseño desarrollado en
4	MEP eléctrico	100% desarrollado en

Posterior al análisis de prioridades por medio del entorno común de datos se notificó la interferencia al líder disciplinar que corresponda para que proceda a realizar los cambios pertinentes.

En las (imágenes 25,26) se muestran las interferencias entre las tuberías hidrosanitarias y las vigas, este tipo de colisiones suelen provocar que se realicen perforaciones en elementos estructurales durante la fase de construcción, debido a que la mayor parte del sistema ya se encuentra armado y resulta inviable desarmarlo para ser reprogramado.

Autor.

Imagen 25

Colisiones

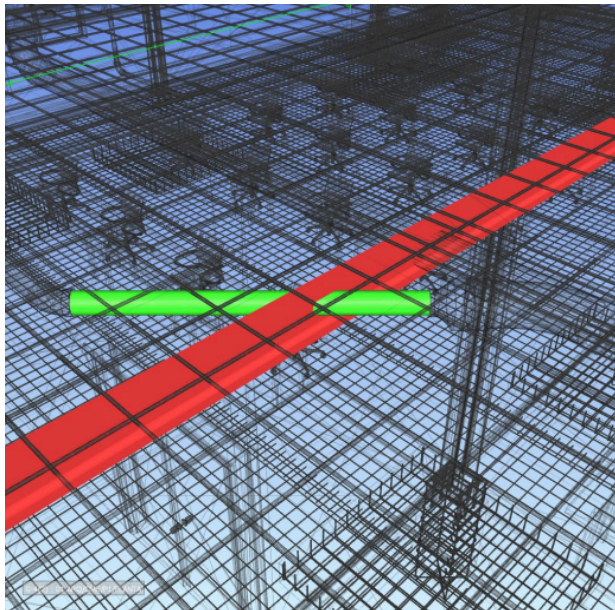
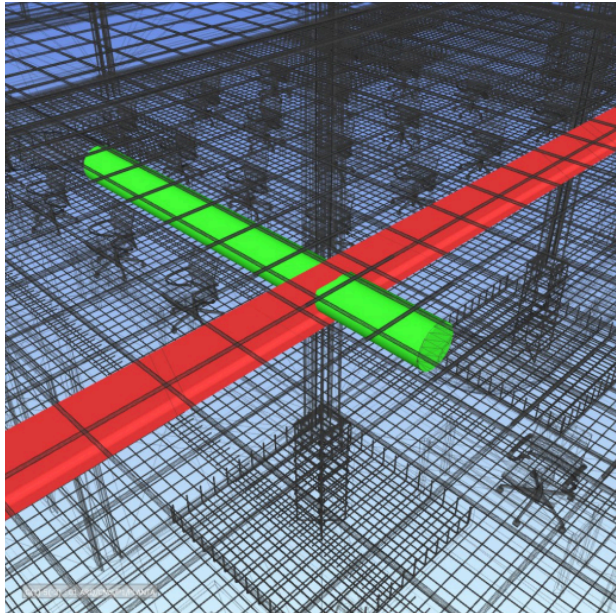


Imagen 26

Colisiones

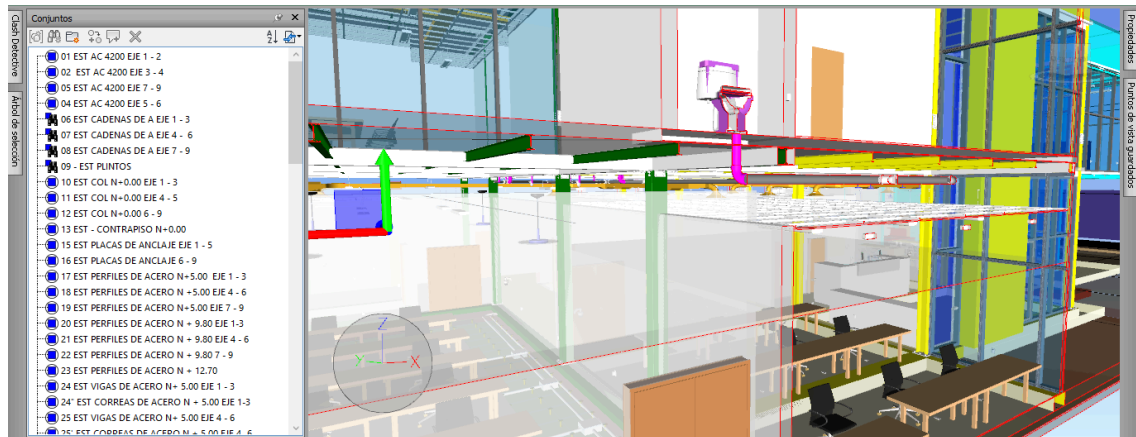


Nota: Para solucionar las colisiones entre vigas y tuberías hidrosanitarias representadas por las (Imágenes 26,27) se tomó la decisión de establecer un espacio libre entre las paredes y las vigas de sesenta centímetros de alto, de tal manera que se pueda instalar todos los sistemas MEP sin ninguna interferencia con la disciplina de estructura. Autor.

En la (Imagen 27). se puede observar cómo se solucionaron las interferencias descritas en las (Imágenes 25,26) gracias a la decisión adoptada de implementar un espacio libre entre las vigas y muros, de esta manera se omitieron 720 interferencias.

Imagen 27

Interferencias resueltas



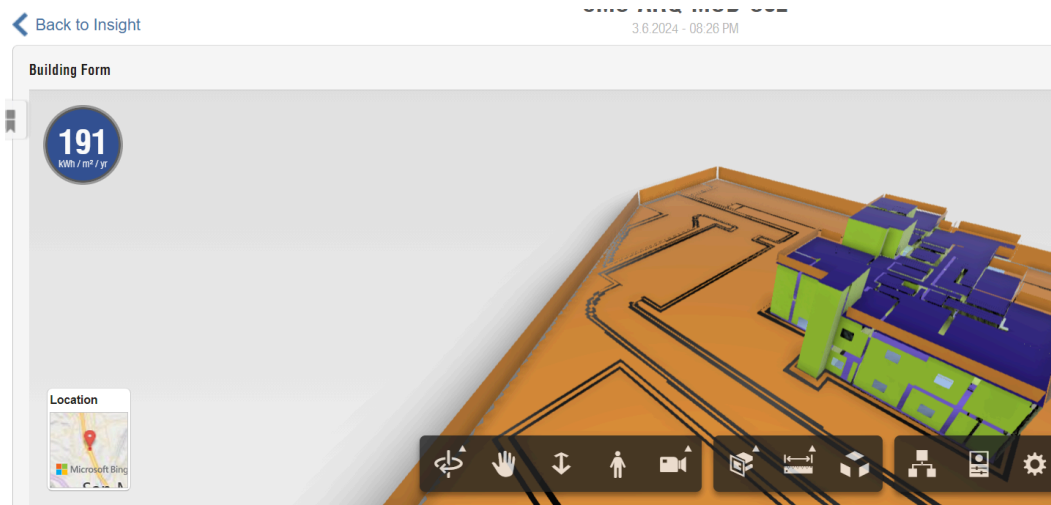
Autor.

3.8 Transmisión de modelos libres de interferencias a sostenibilidad

Al solucionar todas las interferencias y obtener modelos completamente auditados los modelos BIM pasaron a ser publicados en la carpeta de compartido perteneciente a la disciplina de sostenibilidad. Como se muestra en la (Imagen 28) producto del análisis energético con los materiales planteados en un inicio del proyecto, se obtienen datos de consumo de 191 Kwh/m²

Imagen 28

Análisis de modelo energético

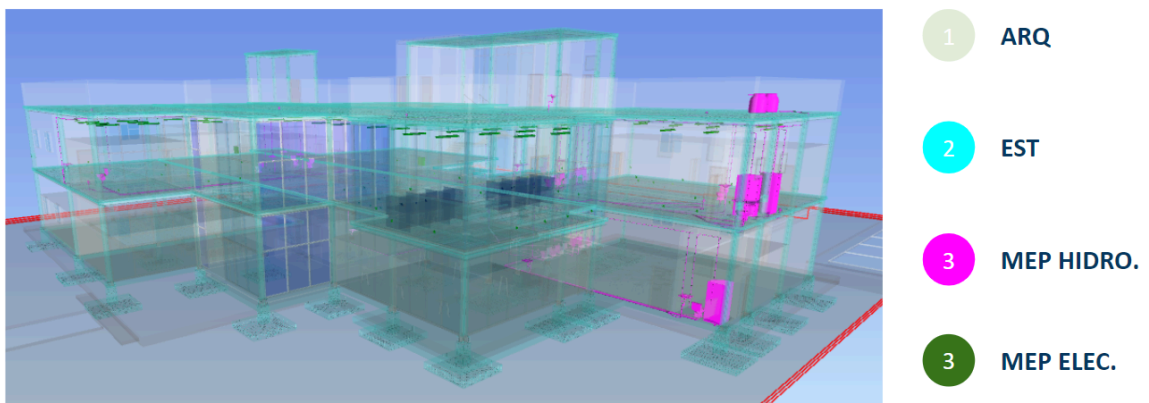


Posterior al análisis energético del modelo arquitectónico ver (Imagen 28). Se plantearon propuestas de materialidad en función de mejorar el consumo energético para mantener el confort térmico, de tal manera que se tomó la decisión de colocar paneles tipo Sándwich disminuyendo el consumo energético a 119 Kwh/m² en el caso del modelo de la región costa, contribuyendo al cumplimiento de los objetivos planteados. Autor.

3.9 Modelo Federado

Imagen 29

Modelo federado



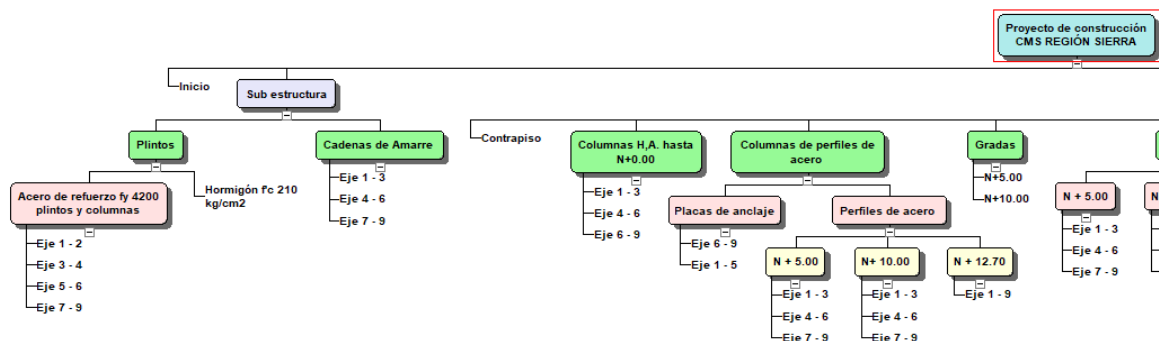
Para dar por terminado el flujo de trabajo del área de coordinación se elaboró el modelo federado (Imagen 29), en el que se encuentran todas las disciplinas involucradas en el proyecto **centro de monitoreo de seguridad ciudadana**, libre de interferencias para proceder al siguiente nivel que es programación y costos. Autor.

3.10 PROGRAMACIÓN

Con la finalidad de establecer la línea base del alcance de la fase de programación se utilizaron como herramientas WBS, Project, Naviswork, la ventaja de establecer la línea base en WBS es que se puede observar y analizar de una forma esquemática todos los entregables como se muestra a continuación.

Figura 1

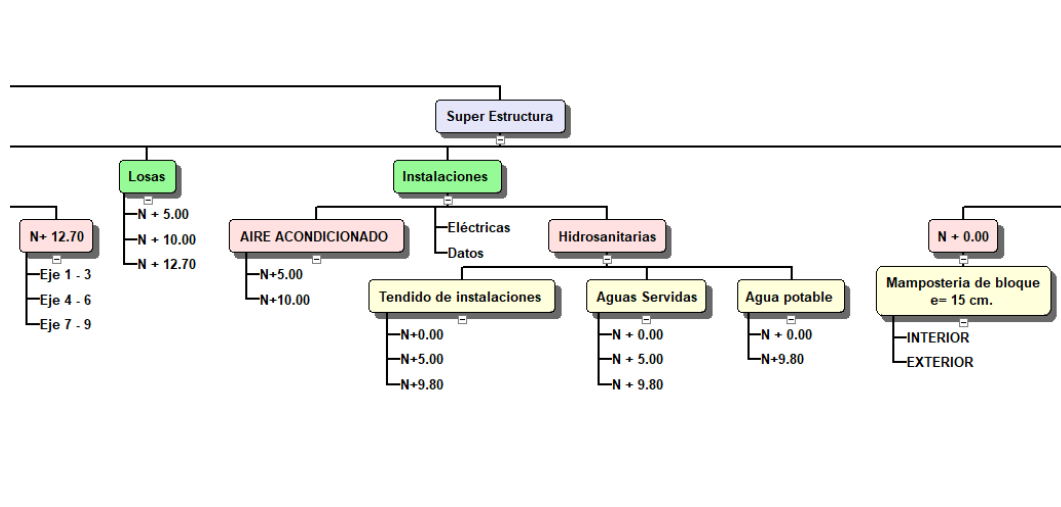
Programación WBS



Nota: En la figura 1 se describe la programación de la obra según familias, ubicación (ejes) y nivel. Es así que en la sub estructura se encuentran los plintos, cadenas de amarre, columnas hasta N+0.00 y contrapiso. Autor.

Figura 2

Programación WBS



Nota: En la figura 2 se describe la programación de la obra según familias, ubicación (ejes) y nivel. Es así que en la superestructura se encuentran las columnas de los 3 niveles, vigas, correas, losas, muros, instalaciones.

Para la fase constructiva se dividió al proyecto por ejes y niveles, de tal manera que se pueda ejecutar los entregables con tres equipos de trabajo de manera simultánea.

Autor.

Figura 3

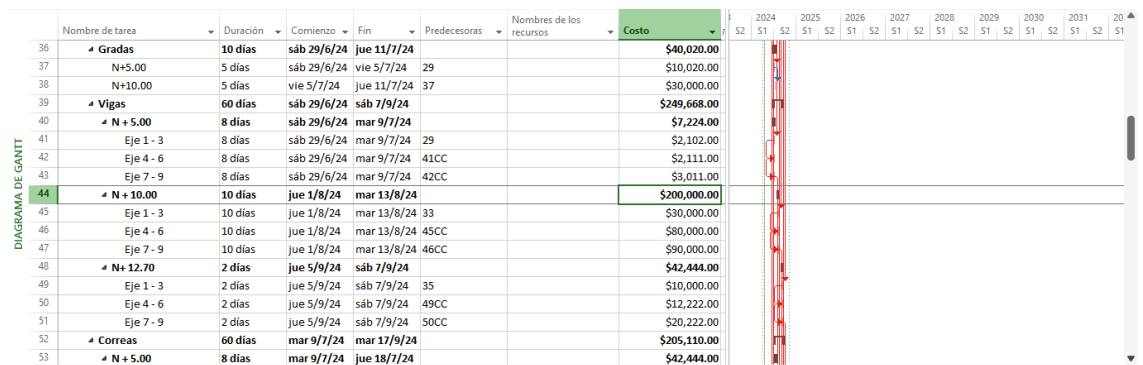
Programación

		ESCA															
		Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Nombres de los recursos	Costo	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	20
									S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2
15	▲	Super Estructura	158.13 días	lun 6/5/24	mié 6/11/24			\$1,543,623.00									
16		Contrapiso	6 días	mar 4/6/24	mar 11/6/24	77		\$3,000.00									
17	▲	Columnas H.A. hasta N+0.00	8 días	mar 14/5/24	jue 23/5/24			\$15,422.00									
18		Eje 1 - 3	8 días	mar 14/5/24	jue 23/5/24	10		\$2,000.00									
19		Eje 4 - 6	8 días	mar 14/5/24	jue 23/5/24	18CC		\$12,222.00									
20		Eje 6 - 9	8 días	mar 14/5/24	jue 23/5/24	19CC		\$1,200.00									
21	▲	Columnas de perfiles de acero	74 días	mar 11/6/24	jue 5/9/24			\$100,060.00									
22	▲	Placas de anclaje	6 días	mar 11/6/24	mar 18/6/24			\$15,020.00									
23		Eje 6 - 9	6 días	mar 11/6/24	mar 18/6/24	16		\$10,020.00									
24		Eje 1 - 5	6 días	mar 11/6/24	mar 18/6/24	23CC		\$5,000.00									
25	▲	Perfiles de acero	68 días	mar 18/6/24	jue 5/9/24			\$85,040.00									
26	▲	N + 5.00	10 días	mar 18/6/24	sáb 29/6/24			\$68,020.00									
27		Eje 1 - 3	10 días	mar 18/6/24	sáb 29/6/24	24		\$50,000.00									
28		Eje 4 - 6	10 días	mar 18/6/24	sáb 29/6/24	27CC		\$8,000.00									
29		Eje 7 - 9	10 días	mar 18/6/24	sáb 29/6/24	28CC		\$10,020.00									
30	▲	N+ 10.00	12 días	jue 18/7/24	jue 1/8/24			\$15,020.00									

Nota: En la figura 3 se detalla la programación en project, según lo planificado la superestructura inicia el 4 de junio. Autor.

Figura 4

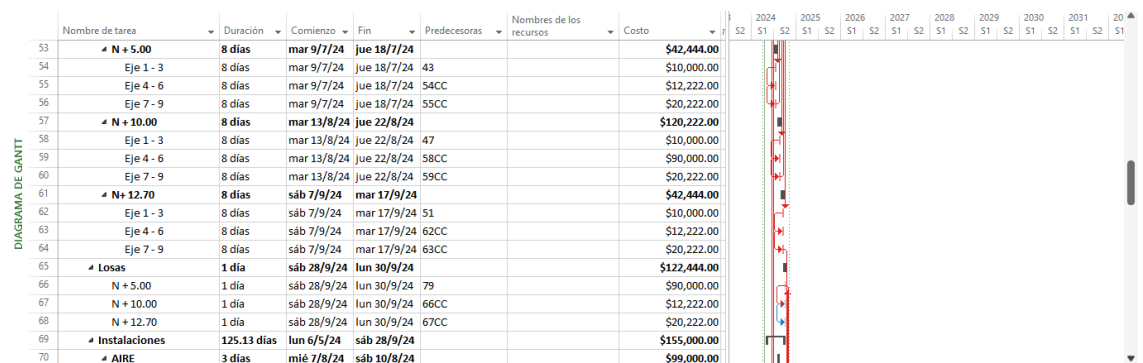
Programación



Nota: En la figura 4 se describe la programación en project conjuntamente con las actividades críticas que en este caso son la instalación de vigas y correas. Autor.

Figura 5

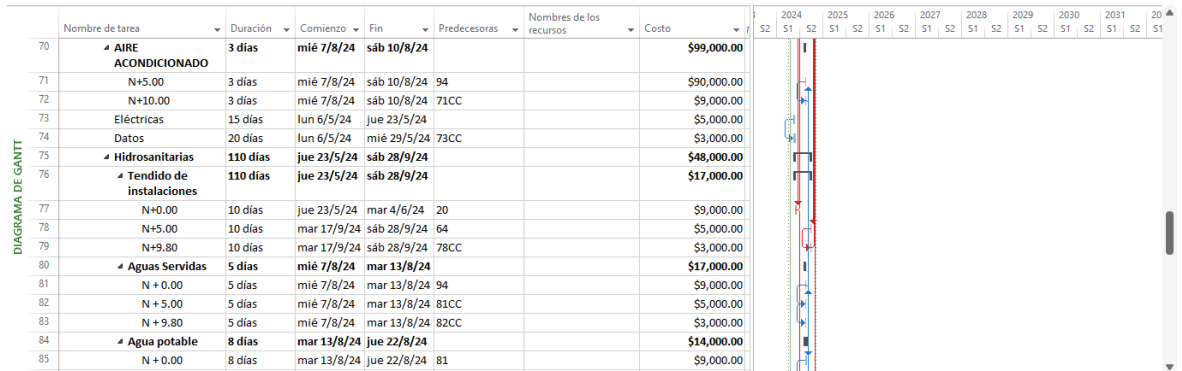
Programación



Nota: En la figura 5 se describe la programación de ejecución de actividades críticas las cuales son las familias de vigas y losas. Autor.

Figura 6

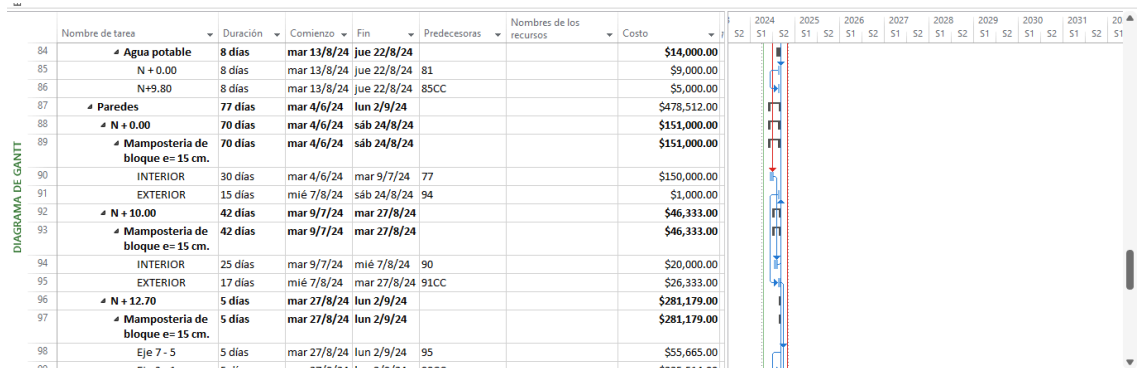
Programación



Nota: En la figura 6 se describe la fase de construcción de instalaciones, que en este caso no forman parte de las actividades críticas. Autor.

Figura 7

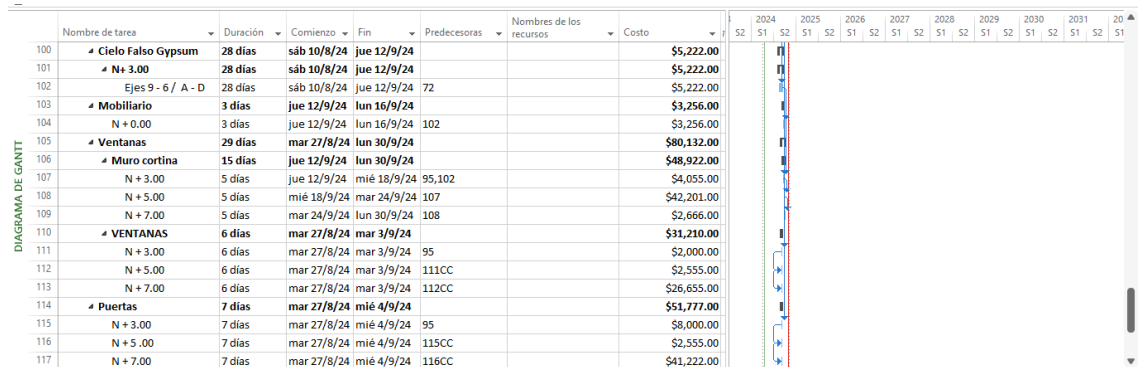
Programación



Nota: En la figura 7 se observa el inicio de las actividades de albañilería. La construcción de las paredes inició de manera simultánea en las tres secciones el 4 de julio. Autor.

Figura 8

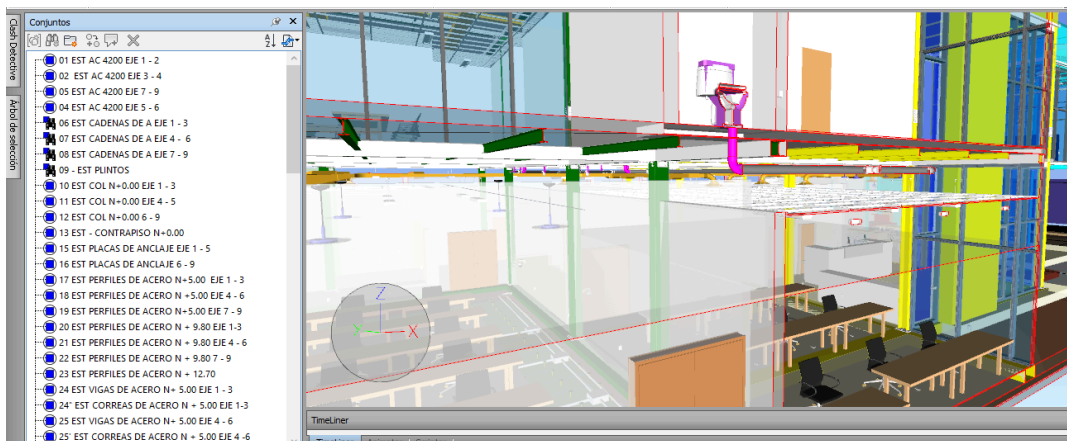
Programación



Nota: En la figura 8 se detallan las etapas de acabados que iniciarán en el mes de agosto de 2024 con la instalación de gypsum. Autor.

Imagen 30

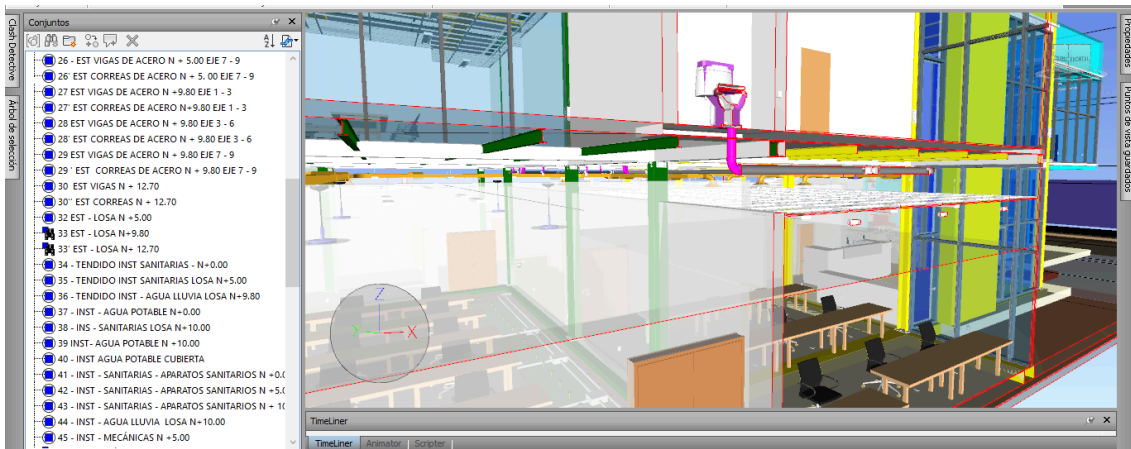
Conjuntos para programación



Nota: En la Imagen 30 se puede observar la división de conjuntos iniciando por la disciplina de estructura en base a ejes y niveles, tomando en cuenta que la construcción se desarrollará en tres frentes de trabajo de manera simultánea. Autor.

Imagen 31

Conjuntos para programación

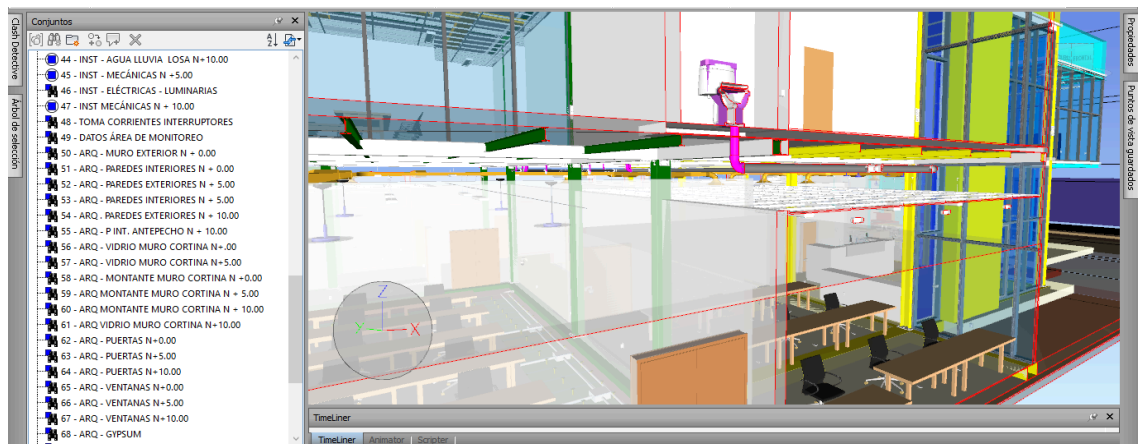


Nota: En la Imagen 31 se puede observar la división de conjuntos que continúa con la disciplina de arquitectura e instalaciones, el nivel de granularidad es extremadamente fino, en función de que se simula lo que ocurrirá en la realidad.

Autor.

Imagen 32

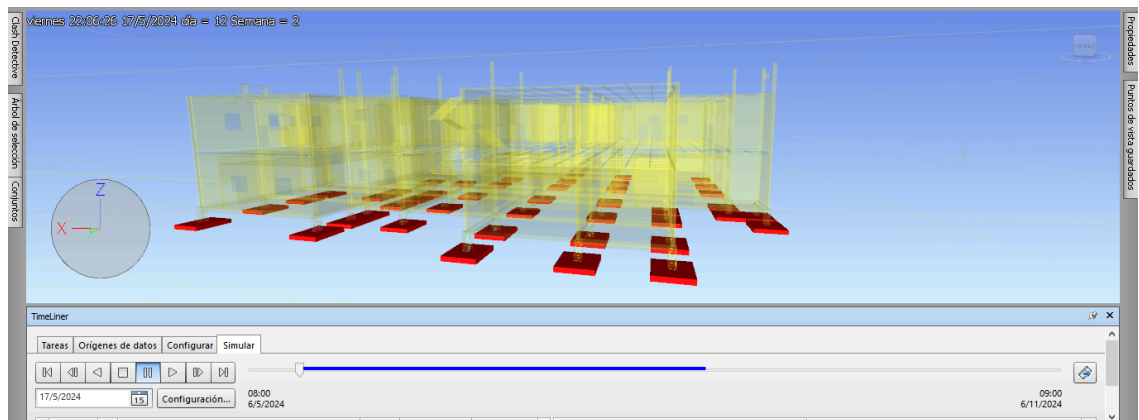
Conjuntos para programación



Nota: En la Imagen 32 se puede divisar los conjuntos de arquitectura y acabados en base a niveles de referencia. Autor.

Imagen 33

Simulación constructiva

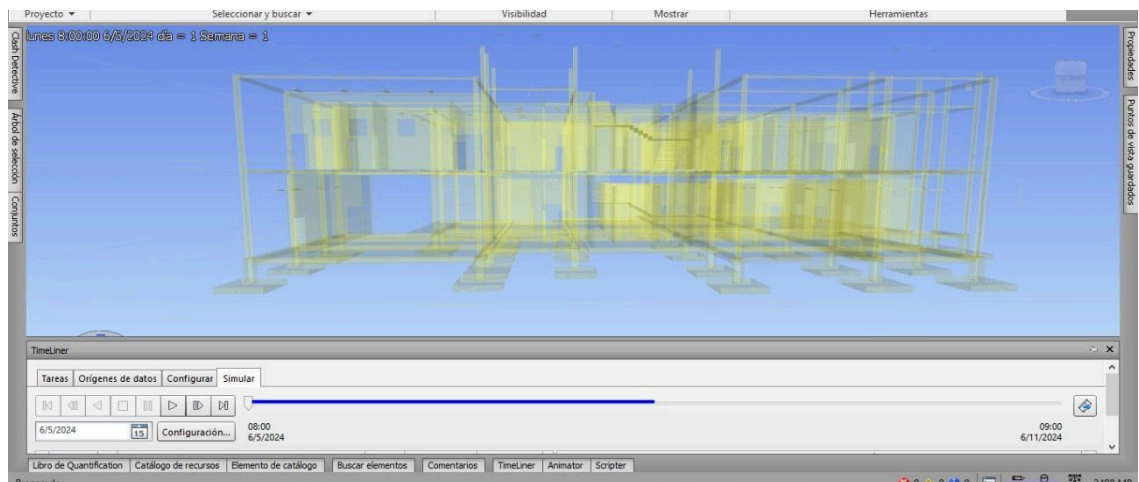


Nota: En la imagen 33 se observa el inicio de la simulación constructiva con la construcción de plintos. Autor.

Imagen 34

Simulación

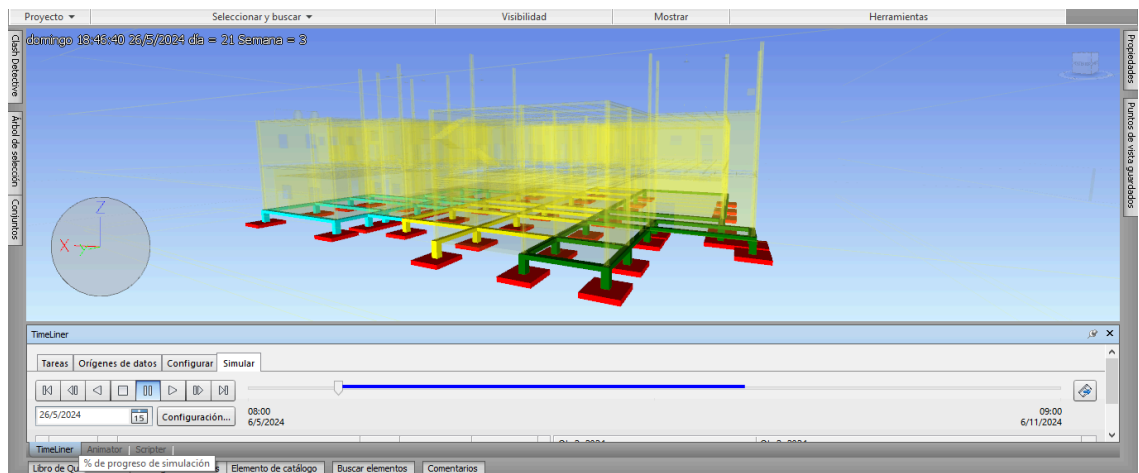
constructiva



Nota: En la imagen 34 se observa el inicio de la construcción de las columnas hasta el N +0.00 y las cadenas de amarre. Autor.

Imagen 35

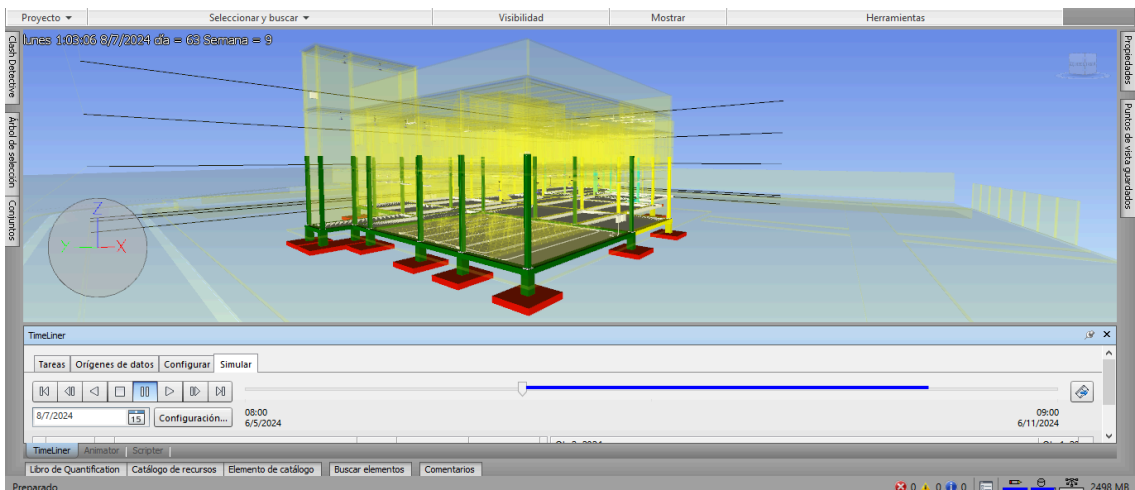
Simulación constructiva



Nota: En la imagen 35 se observa el inicio de la construcción de las columnas hasta el N+5.00. El proceso constructivo se desarrollará simultáneamente en las tres secciones definidas. Autor.

Imagen 36

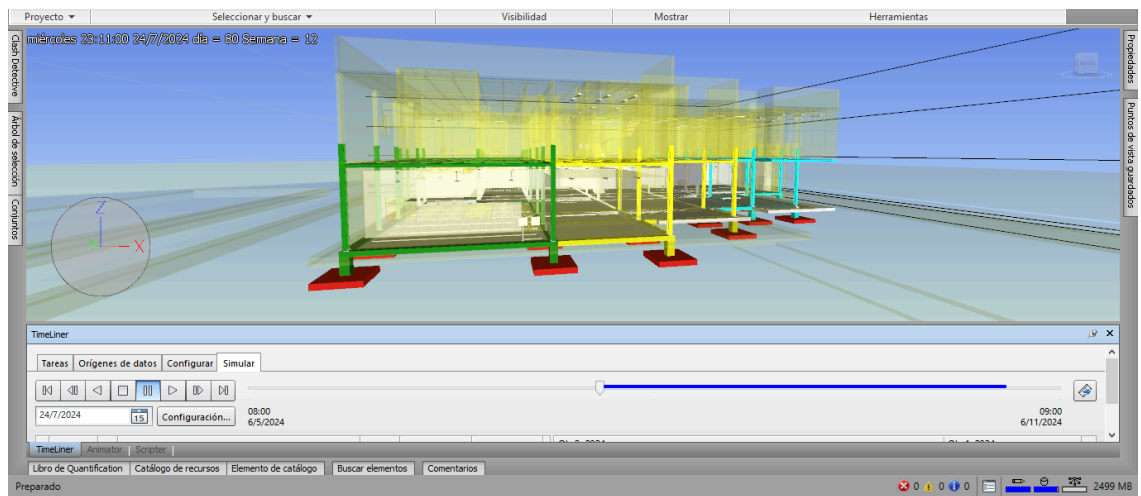
Simulación constructiva



Nota: En la imagen 36 se divide el inicio del montaje de vigas y correas de acero, acorde a lo planificado. Autor.

Imagen 37

Simulación constructiva

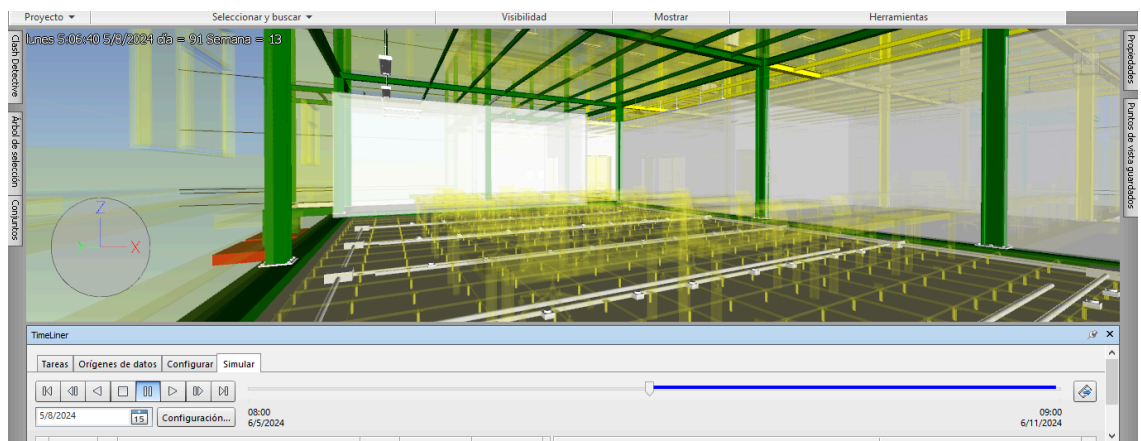


Nota: En la imagen 37 se logra divisar cómo se desarrolla el proceso constructivo de manera simultánea con tres equipos de trabajo claramente diferenciados por colores. El primer módulo esta identificado con color verde, segundo amarillo y tercero cian. Autor.

Imagen 38

Simulación

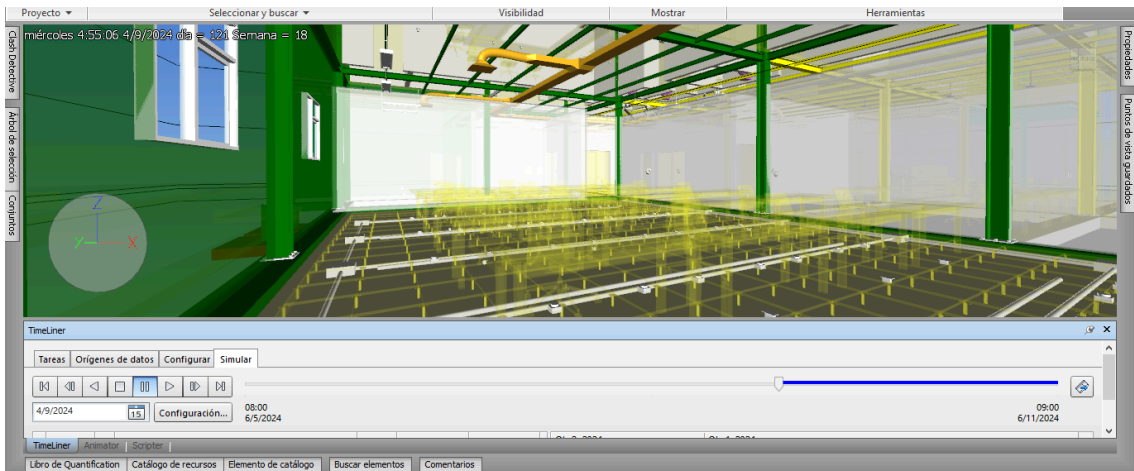
constructiva



Nota: En la imagen 38 se detalla la construcción de las instalaciones eléctricas, hidrosanitarias, el piso estático que permitirá el cableado de todas las instalaciones eléctricas por el piso. Autor.

Imagen 39

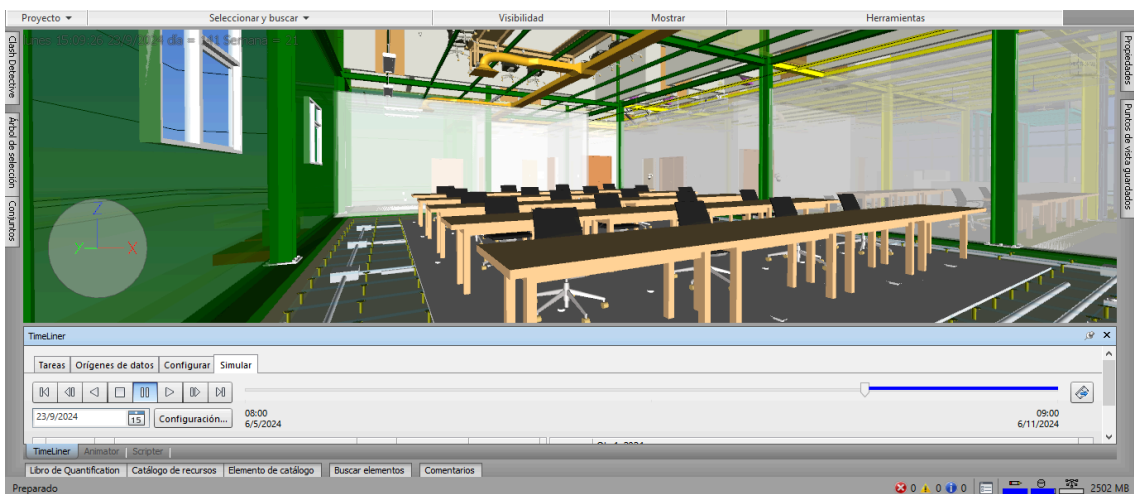
Simulación constructiva



Nota: En la imagen 39 se detalla el proceso constructivo de las instalaciones mecánicas. Autor.

Imagen 40

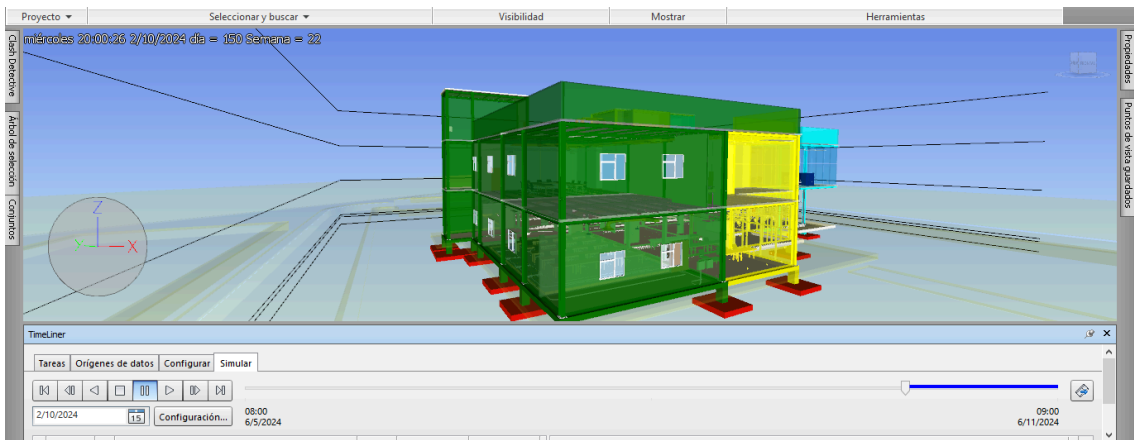
Simulación constructiva



Nota: En la imagen 40 se observa la instalación del mobiliario y un detalle del piso estático. Autor.

Imagen 41

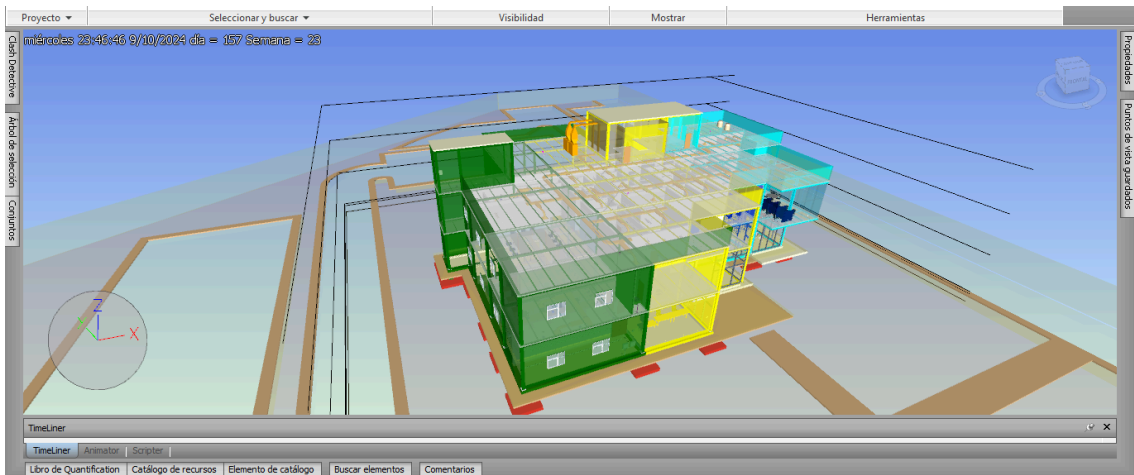
Simulación constructiva



Nota: En la imagen 41 se detalla el 95% de avance de construcción del centro de monitoreo de seguridad ciudadana. Autor.

Imagen 42

Simulación constructiva



Nota: En la imagen 42 se puede apreciar la totalidad de la construcción compuesto por el área de estructura, arquitectura, meps. Autor.

CAPÍTULO 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES COORDINADOR BIM

- El área de coordinación integra todos los modelos en un solo archivo permitiendo establecer pruebas de colisiones multidisciplinares lo que facilita y garantiza la resolución de conflictos e interferencias durante la fase de planificación, posibilitando la ejecución del plan de acuerdo con lo programado o en su defecto disminuyendo el margen de error y retrasos durante la fase de construcción. Procesos que se ven directamente reflejados en costo y tiempo.
- Posterior al análisis de los distintos escenarios de ejecución se concluye que la resolución de colisiones 2800 en la fase de planificación permitirá ahorrar en costo ciento cincuenta mil dólares y tiempo cuatro semanas.
- Gracias a la implementación BIM en el proyecto Centro de Monitoreo de Seguridad Ciudadana se analizó eficazmente varios escenarios para el desarrollo de la etapa de construcción, seleccionando la mejor alternativa que está basada en ejecutar la construcción simultáneamente con tres equipos de trabajo para lo cual se dividió la edificación en tres secciones, tomando como referencia los ejes. Permitiendo ejecutar la obra en 25 semanas. en comparación con la planificación tradicional que tomaría alrededor de 40 semanas, tomando en cuenta que las colisiones se resolverán en la fase de construcción. Optimizando el 37,50 %
- La interoperabilidad minimizó los tiempos de desarrollo de modelos y evitó retrabajos o reprocesos para el análisis energético de la edificación en dos contextos, permitiendo tomar decisiones de materialidad en función de minimizar el consumo energético, es así que

para la región costa se utiliza paneles tipo sandwich y para la region sierra mamposteria de bloque aislado con lana de vidrio y como material de recubrimiento paneles de gypsum.

- La gestión de colisiones disminuye los cambios, retrabajos en la fase de construcción en un 37,5 % optimizando el desarrollo del proceso constructivo en 25 semanas.

4. BIBLIOGRAFÍA

David Barco Moreno. (2018, octubre 23). *GUIA PARA IMPLEMENTAR Y GESTIONAR PROYECTOS BIM. DIARIO DE UN BIM MANAGER*. Costos S.A.C

Aldo D. Mattos, Fernando Valderrama. (2014, noviembre 28). Métodos de planificación y control de obras, Del diagrama de barras al BIM. Reverté

RALPH G. KREIDER AND JOHN I. MESSNER. (2013, September). *The Uses of BIM, Classifying and Selecting BIM Uses, Version 0.9*. Penn State Computer Integrated Construccion

Euroinnova Business School. (2022, enero 27). Descubre cuál universidad de la moda es la ideal para que asistas. Euroinnova Business School.
<https://www.euroinnova.ec/blog/que-es-el-programa-presto>

Hernandez, V. (2020, julio 13). Qué es Navisworks: Gestión BIM fácil. Especialista3d.com. <https://especialista3d.com/navisworks-2/gestion-bim-facil/>
ISO 19650 BIM Building Information Modelling. (s/f). Bsigroup.com. Recuperado el 31 de marzo de 2024, de <https://www.bsigroup.com/es-ES/iso-19650/>

López, A. Z. (2023, mayo 15). CDE, ¿qué es un CDE o Common Data Environment? Espacio BIM. <https://www.espaciobim.com/cde>

¿Qué es BIM? (s/f). Building SMART Spanish Chapter. Recuperado el 31 de marzo de 2024, de <https://www.buildingsmart.es/bim/>

RF AECO Competence Center. (2017, junio 20). ANÁLISIS DE SOSTENIBILIDAD DE EDIFICIOS CON AUTODESK INSIGHT 360 DESDE REVIT. RF AECO Competence Center. <https://www.rfaeco.com/analisis-de-sostenibilidad-de-edificios-con-autodesk-insight-360-desde-revit/>

RF AECO Competence Center. (2018, febrero 23). ¿Qué es Revit de Autodesk y para qué sirve? RF AECO Competence Center. <https://www.rfaeco.com/que-es-revit/>

Santiago. (2023, febrero 20). *Auditoría de modelos BIM*. Bimpsas. <https://www.bimpsas.com/auditoria-de-modelos-bim/>

5. LISTADO DE IMÁGENES

- Imagen 1: estructura jerárquica del proyecto
- Imagen 2: diagrama de flujo del plan de ejecución
- Imagen 3: Requerimiento de intercambio de información
- Imagen 4: diagrama de flujo de trabajo dentro del CDE
- Imagen 5: simbología del manual de modelado
- Imagen 6: Estructura organizacional de la empresa Planning Pro bim
- Imagen 7: Grupo de comunicación de whatsapp
- Imagen 8: Flujo general líder arquitectura
- Imagen 9: Sub- flujo 1 auditoría de la información recibida
- Imagen 10: Informe de colisiones entre muros y suelos del modelo arquitectónico
- Imagen 11: Informe de colisiones entre muros cortina y suelos
- Imagen 12: Informe de autodesk model checker del modelo recibido
- Imagen 13: Acceso a las carpetas en el CDE Líder arquitectura
- Imagen 14: Organizador del navegador de proyectos
- Imagen 15: Sub- flujo 2- desarrollo del modelo arquitectónico
- Imagen 16: Niveles arquitectónicos del proyecto
- Imagen 17: Sección del proyecto CMS- ubicación del acabado de piso
- Imagen 18: Sub-flujo 3- auditoría de modelos
- Imagen 19: Comprobación de interferencias en el modelo de arquitectura
- Imagen 20: Informe de interferencias entre los elementos de arquitectura

- Imagen 21: Resultado del análisis de interferencias
- Imagen 22: Porcentaje obtenido en autodesl model checker
- Imagen 23: Implementación del manual de estilo en el proyecto CMS
- Imagen 24: Implementación de la plantilla planta 1:50 en el proyecto
- Imagen 25: Implementación de la plantilla elevación 1:50 en el proyecto
- Imagen 26: Implementación de la plantilla sección 1:50 en el proyecto
- Imagen 27: Implementación del protocolo de modelado en el proyecto CMS- sección 1
- Imagen 28: Implementación del protocolo de modelado en el proyecto CMS- sección 2
- Imagen 29: Implementación del protocolo de modelado en el proyecto CMS- sección 3
- Imagen 30: Implementación del protocolo de modelado en el proyecto CMS- sección 4
- Imagen 31: Implementación del protocolo de modelado en el proyecto CMS- sección 5
- Imagen 32: Implementación del protocolo de modelado en el proyecto CMS- sección 6
- Imagen 33: Informe de transmisión
- Imagen 34: Incidencia realizada por coordinación
- Imagen 35: Informe de colisiones entre arquitectura y estructura
- Imagen 36: Sección del proyecto CMS
- Imagen 37: Axonometría del proyecto CMS- cuarto de control
- Imagen 38: Vista de planta nivel PB
- Imagen 39: Vista de planta nivel primer piso
- Imagen 40: Vista de sección proyecto CMS
- Imagen 41: Elevación proyecto CMS
- Imagen 42: Vista de coordinación PB
- Imagen 43: Vista de coordinación primer piso
- Imagen 44: Estructura jerárquica equipo Planning Pro Bim
- Imagen 45: Flujo general del líder de sostenibilidad
- Imagen 46: Ubicación del proyecto región costa
- Imagen 47: Verificación de la composición de los elementos de la envolvente
- Imagen 48: Asignación de propiedades térmicas a elementos de Revit
- Imagen 49: Sustitución de propiedades térmicas con elementos activos de autodesk
- Imagen 50: Propiedades analíticas implementadas
- Imagen 51: Configuración de energía en el modelo
- Imagen 52: Modelo energético
- Imagen 53: Generar opciones de mejoras energéticas del diseño
- Imagen 54: Resultados del consumo energético del edificio
- Imagen 55: Estructura de composición del material para envolvente
- Imagen 56: Implementación de celosías en fachadas
- Imagen 57: Resultado del consumo energético en el modelo mejorado
- Imagen 58: Implementación de panel sándwich en la envolvente del edificio.
- Imagen 59: Resultados del análisis energético del modelo mejorar T03
- Imagen 60: Ubicación del proyecto en la región sierra
- Imagen 61: Consumo energético modelo base sierra
- Imagen 62: Consumo energético del primer modelo mejorado versión sierra
- Imagen 63: Consumo energético del segundo modelo mejorado versión sierra

6. LISTADO DE ANEXOS

Anexo 1: EIR proyecto CMS- Planning Pro Bim

Anexo 2: Flujo BEP

Anexo 3: Manual de estilo

Anexo 4: Protocolo de modelado

Anexo 5: Flujos coordinador BIM

Anexo 6: Contratos
