



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**

**GESTION BIM DEL EDIFICIO MEDITERRANEO: ROL LIDER ESPECIALIDAD
ESTRUCTURAS BIM**

VÍCTOR ANDRÉS AGUIRRE MEJÍA

Quito, Septiembre de 2024



DECLARACIÓN JURAMENTADA

Yo, Víctor Andrés Aguirre Mejía, con cédula de identidad 1720212404, 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, junio de 2024

ING. Víctor Andrés Aguirre Mejía

Correo electrónico: victoraguirremejia@hotmail.com



DECLARATORIA

El presente trabajo de investigación titulado:

**"GESTIÓN BIM DEL EDIFICIO MEDITERRANEO ROL LÍDER ESPECIALIDAD
ESTRUCTURAS BIM"**

Realizado por:

VÍCTOR ANDRÉS AGUIRRE MEJÍA

como Requisito para la Obtención del Título de:

MAGISTER EN GERENCIA DE PROYECTOS BIM

ha sido dirigido por el profesor

ING. MANUEL DEL VILLAR

quien considera que constituye un trabajo original de su autor

FIRMA



GESTIÓN BIM EDIFICIO MULTIFAMILIAR

Por

AGUIRRE MEJÍA VÍCTOR ANDRÉS

Septiembre, 2024

Aprobado:

Manuel, A, Del Villar, A, Tutor
 Violeta, C, Rangel, R, Presidente del Tribunal
 Pablo, T, Vásquez, Q, Miembro del Tribunal
 Luis, A, Soria, N, Miembro del Tribunal

Aceptado y Firmado: _____ 19, septiembre, 2024
 Violeta, C, Rangel, R.

Aceptado y Firmado: _____ 19, septiembre, 2024
 Héctor, Simo, C.

Aceptado y Firmado: _____ 19, septiembre, 2024
 Gustavo, F, Vasquez, A.

_____ 19, septiembre, 2024

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



Dedicatoria

A mi amada esposa,

Esta tesis no solo es el resultado del esfuerzo y dedicación, sino también el testimonio de tu paciencia, apoyo incondicional y amor constante. En cada desafío y larga jornada, encontré en ti una fuente de fortaleza y comprensión que me permitió seguir adelante.

Te dedico este trabajo con todo mi cariño y gratitud. Gracias por estar a mi lado, por aguantar los momentos difíciles y por ser mi mayor inspiración. Este logro es tan tuyo como mío.

Con todo cariño,

Victor Aguirre



Agradecimiento

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que han sido parte fundamental en la realización de esta tesis.

En primer lugar, quiero agradecer a mi querida esposa, Cinthya Merizalde por su inquebrantable apoyo y paciencia a lo largo de este arduo proceso. Tu amor, comprensión y constante aliento han sido la columna vertebral que me ha permitido superar cada obstáculo y seguir adelante. Este logro es, en gran medida, un reflejo de tu apoyo incondicional.

A mis padres y familiares, quienes siempre han estado a mi lado, brindándome su amor y confianza. Vuestra fe en mis capacidades y vuestro ánimo constante han sido una fuente constante de motivación y fortaleza.

A mis profesores de la Universidad SEK, les agradezco profundamente por su orientación, sabiduría y por compartir sus vastos conocimientos. Sus enseñanzas y valiosos consejos han sido cruciales para el desarrollo de este trabajo y para mi crecimiento académico y profesional.

A mis compañeros de maestría, quienes compartieron esta intensa experiencia de aprendizaje, les doy las gracias por su camaradería, colaboración y por los debates enriquecedores que hemos tenido. El compañerismo y el espíritu de equipo han hecho de este viaje una experiencia inolvidable y enriquecedora.

Finalmente, quiero agradecer a todas las personas que, de alguna manera, contribuyeron al éxito de este proyecto. Vuestra influencia ha dejado una marca indeleble en mi vida profesional y personal.

Con profundo agradecimiento,

Victor Aguirre



Resumen

La presente tesis aborda la implementación de la metodología BIM (Building Information Modeling) en la construcción de un edificio residencial de seis pisos ubicado en la ciudad de Ambato, contratado por la Universidad SEK. El objetivo general de este estudio es optimizar el proceso de diseño y planificación del proyecto mediante la aplicación de BIM hasta el nivel de detalle (LOD) 300. Este nivel de desarrollo asegura una representación precisa del modelo en términos de geometría y datos, facilitando una colaboración efectiva entre los distintos equipos involucrados.

La metodología BIM se utiliza para mejorar la precisión de la documentación, la coordinación entre disciplinas y la evaluación de parámetros clave como tiempo, costo y sostenibilidad. En la fase de diseño, BIM permite una visualización detallada y una gestión más eficaz de los recursos, reduciendo errores y redundancias. En la fase de planificación, la metodología optimiza la programación de actividades y la estimación de costos, proporcionando una visión integral del proyecto y permitiendo ajustes proactivos para mantener la viabilidad económica y medioambiental.

Este estudio analiza los beneficios específicos de aplicar BIM en el contexto de un edificio residencial, destacando cómo esta metodología contribuye a un desarrollo más eficiente y sostenible.

Los resultados muestran que el uso de BIM no solo mejora la coordinación y la calidad del proyecto, sino que también ofrece una base sólida para la toma de decisiones informadas a lo largo del ciclo de vida del edificio.

Palabras clave: BIM, coordinación, proyecto, modelo.



Abstract

This thesis focuses on the implementation of Building Information Modeling (BIM) methodology in the construction of a six-story residential building in Ambato, contracted by Universidad SEK. The general objective is to optimize the design and planning phases of the project by employing BIM up to Level of Development (LOD) 300, ensuring precise representation in terms of geometry and data.

BIM methodology is utilized to enhance documentation accuracy, team collaboration, and the evaluation of time, cost, and sustainability aspects. During the design phase, BIM facilitates detailed visualization and efficient resource management, reducing errors and redundancies. In the planning phase, it optimizes scheduling and cost estimation, providing a comprehensive project overview and enabling proactive adjustments to maintain economic and environmental feasibility.

This study evaluates the specific benefits of applying BIM in a residential building context, demonstrating how the methodology contributes to a more efficient and sustainable development. The findings reveal that BIM not only improves project coordination and quality but also provides a robust foundation for informed decision-making throughout the building's lifecycle.

Keywords: BIM, coordination, project, model.

Tabla de Contenidos

Capítulo 1: Introducción.....	11
1.1 Objetivo del trabajo	11
1.2 Descripción del proyecto	11
1.3 Modelo BIM	14
1.4 Nivel de Desarrollo (LOD).....	15
1.5 Colaboración e Integración en BIM	15
Capítulo 2: Abreviaturas	15
Capítulo 3: Marco Teórico.....	17
3.1 Building Smart.....	17
3.2 Norma ISO 19650	17
3.3 Metodología BIM (Building Information Modeling).	18
3.4 Elementos del Modelo BIM en Diferentes Etapas del Proyecto:	18
3.5 Información Integrada:	18
3.6 Modelos Federados.....	19
3.7 Niveles de Desarrollo (LOD)	19
Capítulo 4: BEP- Plan de ejecución BIM	19
4.1 Objetivos Plan de Ejecución BIM.....	20
4.2 Información del proyecto.....	21
4.3 Definición de Roles y Responsabilidades.....	22
4.4 Estándares y Protocolos BIM	22
4.4.1 Normativas a seguir.....	22
4.5 Software y Herramientas.....	22
4.5.1 Herramientas BIM	22
4.6 Herramientas de Interoperabilidad.....	22
4.7 Gestión de la Información y Documentación.....	23
4.7.1 Entregables BIM.....	23
4.7.2 Flujo de Trabajo	23
4.8 Control de Calidad y Validación.....	23
4.8.1 Revisiones y Aprobaciones.....	23
4.8.2 Gestión de Colisiones y Coordinación.....	23
4.8.3 Sesiones	23
4.9 Sostenibilidad y Eficiencia Energética	23
4.9.1 Objetivos de Sostenibilidad.....	23
4.9.2 Procedimientos.....	24
4.10 Comunicación y Colaboración.....	24
4.10.1 Comunicaciones y reuniones:	24
4.10.2 Reuniones	24
4.11 Control de Calidad y Validación.....	24
4.11.1 Revisiones y Aprobaciones.....	24
4.11.2 Gestión de Colisiones y Coordinación.....	24

4.11.3	Sesiones	25
4.12	Sostenibilidad y Eficiencia Energética	25
4.12.1	Objetivos de Sostenibilidad.....	25
4.13	Procedimientos	25
4.14	Plan de gestión de riesgos	25
4.14.1	Identificación de Riesgos:	25
4.15	Plan de Seguridad y Privacidad de Datos.....	26
4.15.1	Identificación de Riesgos y Amenazas:	26
4.15.2	Estrategias de Mitigación y Soluciones:	26
Capítulo 5: Gestión del proyecto Rol Líder BIM de Especialidad Estructural.....		27
5.1	Definición de rol:	27
5.2	Responsabilidades Principales:	28
5.2.1	Diseño y Análisis Estructural:	28
5.2.2	Revisión y Aprobación de Planos:	28
5.2.3	Gestión de Proyectos:	28
5.2.4	Cumplimiento de Normas y Regulaciones:	28
5.2.5	Supervisión de la Construcción:	28
5.2.6	Asesoría Técnica:	29
5.3	Habilidades y Competencias del Líder Estructural:	29
5.4	Objetivos Específicos.....	30
5.5	Detalles del Rol	31
5.6	Flujo de trabajo	32
5.7	Función del Rol del Líder BIM de la especialidad de Estructuras	33
5.8	Entorno de trabajo	35
5.9	Método de Comunicación	36
5.10	Software a usar	37
5.11	Información base	38
5.12	Origen y orientación de los modelos	38
5.13	Modelo Estructural BIM.....	39
5.14	Auditoría del Modelo estructural.....	41
5.15	Costos en la disciplina Estructural 5D	44
5.16	Documentos generados del modelo Estructural.....	46
5.17	Entregable del modelo estructural (planos)	46
Capítulo 6: Conclusiones y Recomendaciones		47
6.1	Conclusiones.....	47
6.2	Conclusión del Rol de Líder BIM especialidad estructural	47
6.3	Recomendación.....	47
Capítulo 7: Bibliografía.....		48
Capítulo 8: ANEXOS		50

Capítulo 1: Introducción

1.1 Objetivo del trabajo

Objetivo General

Diseñar un modelo tridimensional BIM exhaustivo para un edificio residencial de hormigón armado de seis pisos en Ambato, con el propósito de mejorar el diseño, la construcción y la administración del inmueble, asegurando así su funcionalidad, eficiencia y calidad global.

Objetivos Específicos:

- Desarrollar un modelo BIM completo que integre todos los elementos arquitectónicos, estructurales y de sistemas de servicios (MEP) del edificio, proporcionando una representación detallada y completa del proyecto.
- Evaluar la distribución de los espacios en cada unidad habitacional y en las zonas comunes para garantizar que el diseño satisfaga los estándares de confort y funcionalidad para los residentes.
- Generar toda la documentación pertinente en la etapa de diseño, incluidos planos, secciones, elevaciones y detalles, asegurando su exactitud y coherencia.
- Emplear el modelo BIM para optimizar la planificación y coordinación, identificando posibles conflictos y mejorando la secuencia de las actividades para incrementar la eficiencia y reducir los tiempos de construcción.

1.2 Descripción del proyecto

En el marco del presente proyecto, se presenta el diseño de un edificio residencial de hormigón armado de seis niveles, ubicado en la ciudad de Ambato, en la intersección de las avenidas Tomás Alva Edison y Johannes Gutenberg. La planta baja se destinará al área de garaje y al ingreso peatonal, proporcionando acceso tanto a residentes como a visitantes. Los niveles 2, 3 y 4 albergarán dos departamentos por piso, cada uno de los cuales contará con un dormitorio simple, un dormitorio máster, un baño, sala, comedor, cocina, lavandería, balcón y cuarto de estar. En los niveles 5 y 6, se situarán tres departamentos, con características similares a los de los pisos inferiores, aunque con dimensiones variadas y un baño adicional en cada unidad.

Durante la fase de diseño, se desarrollará un modelo tridimensional completo del edificio que integrará todos los elementos arquitectónicos, estructurales y de servicios (MEP). Este modelo permitirá una visualización integral del proyecto, facilitando la evaluación de su viabilidad desde múltiples perspectivas. Se analizará detalladamente la distribución de los espacios tanto en los departamentos como en las áreas comunes, prestando especial atención a la funcionalidad y al confort para asegurar un diseño que cumpla con las expectativas de los futuros residentes.

La metodología BIM también facilitará la colaboración entre los distintos equipos de diseño, permitiendo la integración fluida de cambios durante el proceso de diseño. La documentación generada en esta fase incluirá planos, cortes, elevaciones y detalles constructivos, garantizando su precisión, calidad y coherencia.

En la fase de construcción, el modelo BIM se convertirá en una herramienta esencial para la planificación y coordinación de la obra. Los contratistas podrán utilizar el modelo para desarrollar cronogramas detallados, identificar áreas de congestión en el sitio y optimizar la secuencia de construcción, lo que contribuirá a mejorar la eficiencia y reducir los tiempos de ejecución.

Una vez finalizada la construcción, el modelo BIM continuará siendo una herramienta valiosa para la gestión del edificio. Propietarios y administradores podrán acceder a información detallada sobre los sistemas constructivos, como la ubicación de instalaciones eléctricas y de plomería, facilitando así el mantenimiento y las reparaciones futuras.

Para cumplir con los requerimientos de información del cliente, se plasmó un documento el cual cumple con lo acordado con el cliente (Ver anexo EIR), este proyecto se lo realizó empleando la metodología BIM, el cual está conformado por un equipo de profesionales y cuyas designaciones con las siguientes:

INTEGRANTES DE LA EMPRESA

BIM Civil Innovate 			
	Integrantes	Rol	Teléfono
	Pablo Andrés Vargas Sanguil	BIM Manager	0983293520
	Alexis Rodrigo Gálvez Muñoz	Coordinador BIM	0979057855
	Silvia Marlene Lucero Bonilla	Líder especialidad arquitectura	0996589666
	Víctor Andrés Aguirre Mejía	Líder especialidad estructuras	0998798457
	Alexis Rodrigo Gálvez Muñoz	Líder especialidad MEP	0979057855

Con los requerimientos del cliente se realizó el Plan de Ejecución BIM (PEB) mismo que abarca los protocolos, normas y estándares para la ejecución de este proyecto.

A continuación, se dará una breve descripción de los roles planteados para este proyecto.

BIM Manager, el rol de este es el ser líder del proyecto, para lo cual utiliza procedimientos, conocimientos, habilidades y herramientas BIM para el intercambio de información considerando los requisitos de información solicitado por el cliente (EIR Exchange information requirements) y con esto poder plantear el documento contractual BEP que es el plan de ejecución BIM definido y establecido para este proyecto, con la finalidad de entregar en el tiempo solicitado y con un control de costos constantes; definiendo los diferentes roles, planificaciones y auditando cada uno de los modelos con forman parte de los productos entregables.

Coordinador BIM, el rol de este es ser el encargado de gestionar y controlar con cada uno de los integrantes e involucrados de este proyecto el flujo de información y que esta cumpla con todos los requerimientos del cliente (EIR), BEP, normativas y protocolos definidos en el proyecto.

Líder BIM especialidad arquitectura, en este rol el profesional posee un nivel de conocimiento acorde a la metodología BIM el cual dirige a un grupo de profesionales modeladores que se encargaran de ejecutar el desarrollo del proyecto de acuerdo a las actividades asignadas y cronogramas a cumplir indicado por el Líder BIM de esta especialidad, las responsabilidades de este

Líder con netamente en el desarrollo del modelo arquitectónico siguiendo un flujo de trabajo basado en el protocolo de modelado y estilos.

Líder BIM especialidad estructural, es un profesional que posee un nivel de conocimiento avanzado en la metodología BIM, teniendo a cargo un grupo de profesionales de ingeniería para el desarrollo de los modelos estructurales cumpliendo con el EIR siguiendo un flujo de trabajo basado en el protocolo de modelo y estilos, así como de las normas locales de diseño y desarrollo estructural.

Líder BIM especialidad MEP, en este rol el profesional tiene a su cargo cada una de las especialidades como son eléctrico, agua potable-sanitario, y electromecánico del proyecto, para lo cual su nivel de conocimiento en la metodología BIM es avanzada, y al igual que los otros líderes este hará cumplir el EIR y BEP en los tiempos indicados y con la entrega de los diferentes productos que están a cargo de este Líder.

Aplicando este sistema de gestión de los procesos constructivos en el ciclo de vida de este proyecto de construcción desde el inicio implementado de forma adecuada la metodología BIM, evitara un sin número de errores constructivos en obra optimizando tiempos y costos.

1.3 Modelo BIM

Building Information Modeling (BIM) es un proceso basado en un modelo digital tridimensional (3D) que integra datos de construcción para facilitar la planificación, diseño, construcción y gestión de edificios y otras infraestructuras. BIM permite a los equipos de proyecto colaborar en un entorno común, lo que mejora la coordinación y reduce los errores.

- Definición General: Según Eastman et al. (2011), BIM es "un proceso integrado para la planificación, diseño, construcción y gestión de edificios e infraestructuras utilizando modelos digitales en 3D que contienen datos detallados sobre el proyecto" (Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K., 2011, p. 3).
- Referencia: Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors (2nd ed.). Wiley.

1.4 Nivel de Desarrollo (LOD)

El Nivel de Desarrollo (LOD) en BIM representa la complejidad y el nivel de detalle de los elementos del modelo en distintas etapas del proyecto. El LOD 300, por ejemplo, implica un nivel de desarrollo donde los elementos del modelo tienen una geometría y datos que representan con precisión las condiciones del proyecto en la fase de diseño.

- Definición General: "LOD define el grado de precisión y detalle del modelo en diferentes fases del ciclo de vida del proyecto, asegurando que el modelo sea adecuado para la tarea específica que se esté realizando" (BIMForum, 2013).
- Referencia: BIMForum. (2013). Level of Development Specification. Retrieved from BIMForum.

1.5 Colaboración e Integración en BIM

BIM fomenta una colaboración y comunicación eficientes entre los distintos equipos de trabajo al proporcionar un entorno de modelado común. Esto incluye la integración de datos de diferentes disciplinas (arquitectura, estructura, MEP) en un único modelo compartido.

- Definición General: Según Smith (2014), "BIM facilita la integración de las distintas disciplinas del proyecto en un único modelo, permitiendo una colaboración más efectiva y una coordinación más precisa" (Smith, D. K., 2014, p. 78).
- Referencia: Smith, D. K. (2014). BIM Implementation for Design and Construction: A Manager's Guide. Routledge.

Capítulo 2: Abreviaturas

En la metodología BIM se utilizan siglas que permiten representar términos técnicos, herramientas, y procesos específicos dentro del entorno de modelado y gestión de información de construcción. Estas abreviaturas ayudan a simplificar la comunicación y documentación, facilitando el entendimiento y la colaboración entre diferentes disciplinas y partes interesadas del proyecto.

Tabla 1. Abreviaturas BIM

Abreviatura	Significado	Descripción
BIM	Building Information Modeling	Modelado de Información de Construcción. Proceso de gestión del diseño y la documentación de edificios utilizando modelos digitales tridimensionales.
LOD	Level of Development	Nivel de Desarrollo. Refleja el grado de precisión y detalle de los elementos del modelo en distintas fases del proyecto.
COBie	Construction Operations Building Information Exchange	Intercambio de Información sobre la Construcción y Operaciones del Edificio. Estándar para la transferencia de datos de gestión de activos.
IFC	Industry Foundation Classes	Clases Fundamentales de la Industria. Estándar abierto para la interoperabilidad en BIM.
GIS	Geographic Information System	Sistema de Información Geográfica. Integración de datos espaciales con modelos BIM.
CAD	Computer-Aided Design	Diseño Asistido por Computadora. Sistema relacionado que se integra con BIM para el diseño y la documentación.
PIM	Project Information Modeling	Modelado de Información del Proyecto. Uso de BIM en la gestión de información a nivel de proyecto.
DIM	Document Information Modeling	Modelado de Información Documental. Gestión y uso de documentos dentro del entorno BIM.
BEP	BIM Execution Plan	Plan de Ejecución BIM. Documento que define cómo se implementará y gestionará BIM en el proyecto.

LPS	Last Planner System	Sistema del Último Planificador. Método de planificación de construcción que se integra con BIM para mejorar la gestión del flujo de trabajo.
RFI	Request for Information	Solicitud de Información. Utilizada para clarificar detalles en el modelo BIM y en la documentación del proyecto.
BIM 360	BIM 360	Plataforma de gestión de proyectos en la nube desarrollada por Autodesk, utilizada para colaborar en modelos BIM y gestionar la documentación.
VDC	Virtual Design and Construction	Diseño y Construcción Virtual. Enfoque que utiliza BIM para integrar y coordinar todas las fases del ciclo de vida del proyecto.
FBIM	Federated BIM	BIM Federado. Método en el que se combinan modelos de diferentes disciplinas en un único modelo federado para la coordinación y análisis del proyecto.

Capítulo 3: Marco Teórico

3.1 Building Smart

Es una organización internacional sin ánimo de lucro que se dedica a desarrollar estándares abiertos para mejorar la interoperabilidad y la colaboración en la industria de la construcción, especialmente en el contexto del modelado de información de construcción (BIM).

3.2 Norma ISO 19650

La norma ISO 19650 establece los requisitos para la creación, gestión y control de la Información del Modelo de Proyecto (PIM). Esto incluye la documentación de los requisitos del cliente, la creación de modelos digitales y la gestión de la información generada durante el proyecto.

Colaboración y Coordinación: Promueve la colaboración efectiva entre los diferentes participantes del proyecto (arquitectos, ingenieros, contratistas, propietarios, etc.) a través de la estandarización de los procesos y la utilización de formatos de datos interoperables, como los Industry Foundation Classes (IFC) promovidos por BuildingSMART.

Gestión del Entorno Común de Datos (CDE): La norma ISO 19650 define los requisitos para la implementación y gestión de un Entorno Común de Datos (CDE). Este entorno permite a los equipos de proyecto compartir, revisar y colaborar en la información del proyecto de manera segura y eficiente.

Seguridad de la Información: Establece directrices para la seguridad de la información, incluyendo la protección de datos confidenciales y la gestión de accesos al CDE para garantizar la integridad y confidencialidad de la información del proyecto.

3.3 Metodología BIM (Building Information Modeling).

La metodología BIM (Building Information Modeling) empleada en un proyecto de construcción sirve principalmente para mejorar la planificación, diseño, construcción, y gestión de edificaciones de manera integral y colaborativa. Aquí te detallo algunos de los principales propósitos y beneficios de utilizar BIM en un proyecto.

Facilita la colaboración entre todos los participantes del proyecto (arquitectos, ingenieros estructurales, MEP, contratistas, etc.) al proporcionar un entorno centralizado para la gestión de la información. Los modelos BIM permiten a los equipos trabajar de manera más integrada, reduciendo conflictos y mejorando la coordinación entre las disciplinas.

3.4 Elementos del Modelo BIM en Diferentes Etapas del Proyecto:

En el diseño, el modelo BIM incluye planos y detalles estructurales; durante la construcción, facilita la coordinación y la detección de conflictos; y en la operación, proporciona información para el mantenimiento y la gestión del edificio.

3.5 Información Integrada:

Un modelo BIM combina datos específicos y atributos de cada elemento del proyecto, permitiendo una gestión más eficiente y una toma de decisiones informada durante todo el ciclo de vida del edificio.

3.6 Modelos Federados

Los modelos federados consisten en la integración de modelos individuales (arquitectura, estructura, MEP) en un único modelo común.

En la metodología BIM se utilizan siglas que permiten representar términos técnicos, herramientas, y procesos específicos dentro del entorno de modelado y gestión de información de construcción. Estas abreviaturas ayudan a simplificar la comunicación y documentación, facilitando el entendimiento y la colaboración entre diferentes disciplinas y partes interesadas del proyecto.

3.7 Niveles de Desarrollo (LOD)

Los niveles de desarrollo definen el grado de detalle y precisión de los elementos del modelo BIM en diferentes etapas del proyecto:

LOD 100: Representación conceptual o esquemática.

LOD 200: Representación aproximada.

LOD 300: Representación precisa con detalles específicos.

LOD 400: Representación precisa para construcción.

LOD 500: Representación del edificio tal como se construyó.

Análisis 4D y 5D

4D: añade la dimensión temporal de ejecución al modelo 3D, lo cual permite simular y visualizar la secuencia de construcción.

5D: añade la dimensión del costo al modelo 3D, facilitando así la gestión y control del presupuesto a lo largo de ciclo de vida del proyecto.

Capítulo 4: BEP- Plan de ejecución BIM

Se establece el presente Plan de Ejecución con la finalidad de conllevar un seguimiento en el proceso de la obra en cada una de las áreas y responsables del proyecto.

CUADRO DE VERSIONAMIENTO		
Fecha	Responsable	Motivo de la modificación
1/6/2024	Pablo Vargas	Información del proyecto y sus objetivos
3/6/2024	Pablo Vargas	Coordinación de la plataforma BIM360

CUADRO DE VERSIONAMIENTO		
Fecha	Responsable	Motivo de la modificación
4/6/2024	Silvia Lucero	Entrega de modelo de la disciplina Arquitectura
5/6/2024	Pablo Vargas	Ajuste de permiso de carpetas
6/6/2024	Rodrigo Gálvez	Revisión de modelo de la disciplina Arquitectura
6/6/2024	Víctor Aguirre	Entrega
7/6/2024	Silvia Lucero	Actualización de modelo de la disciplina Arquitectura
9/6/2024	Rodrigo Gálvez	Entrega del modelo arquitectónico al líder estructural
10/6/2024	Víctor Aguirre	Entrega de modelo de la disciplina estructuras
20/6/2024	Silvia Lucero	Entrega de planos en PDF
26/6/2024	Silvia Lucero	Actualización del modelo arquitectónico
4/7/2024	Silvia Lucero	Actualización de modelo de la disciplina estructuras
4/7/2024	Pablo Vargas	Actualización de documentos contractuales
4/7/2024	Pablo Vargas	Creación de documentos: Plan de contingencia
5/7/2024	Pablo Vargas	Apoyo al coordinador BIM ya que su plataforma presenta averías
7/7/2024	Pablo Vargas	Chequeo de interferencias de modelos
10/7/2024	Rodrigo Gálvez	Actualización de chequeo de interferencias
13/7/2024	Silvia Lucero	Entrega de análisis 4D y 5D
17/7/2024	Pablo Vargas	Entrega de análisis 6D
20/7/2024	Víctor Aguirre	Entrega de análisis 4D y 5D
21/7/2024	Rodrigo Gálvez	Entrega de análisis 4D y 5D

4.1 Objetivos Plan de Ejecución BIM

Objetivo General:

- Implementar un Plan de Ejecución BIM (PEB) efectivo para el edificio "Mediterráneo", que facilite la gestión de la información y los procesos de diseño, promoviendo una colaboración interdisciplinaria eficiente y el cumplimiento de los estándares de calidad establecidos.

Objetivos Específicos:

- Desarrollar modelos BIM completos y precisos para las áreas de arquitectura, estructuras y sistemas MEP, garantizando su correcta integración y compatibilidad mediante formatos de intercambio estándar.
- Adopción de normas internacionales como ISO 19650 y estándares de BuildingSMART,

para definir procedimientos sistemáticos en la gestión y el intercambio de datos entre los diferentes miembros del equipo.

- Establecer y llevar a cabo procedimientos de revisión y auditoría de modelos BIM, empleando herramientas avanzadas para la detección de errores y conflictos, asegurando así la precisión y calidad de los entregables.

- Facilitar sesiones periódicas de coordinación y capacitación para el equipo de trabajo, optimizando el uso de herramientas BIM y fomentando una solución colaborativa de problemas.

- Realizar estudios sobre eficiencia energética e iluminación para aplicar estrategias que mejoren la sostenibilidad del edificio, aumentando el confort de los usuarios y minimizando el impacto ambiental.

4.2 Información del proyecto

Información del proyecto	
Cliente:	Universidad Internacional SEK
Proyecto:	Diseño del edificio residencial "Mediterráneo"
Ciudad:	Ambato
Parroquia	Pishilata
Dirección:	Av. Tomás Alva Edison y Johanes Gutemberg
Coordenadas UTM:	N: 9860203.96 E: 767939.28
	

Nombre del Equipo:

Nombre del equipo	Civil Innovate
	

4.3 Definición de Roles y Responsabilidades

BIM CIVIL		
INTEGRANTES	ROL	TELEFONO
Pablo Andrés Vargas Sanguil	BIM Manager	0983293520
Alexis Rodrigo Gálvez Muñoz	Coordinador BIM	0979057855
Silvia Marlene Lucero Bonilla	Líder especialidad arquitectura	0996589666
Víctor Andrés Aguirre Mejía	Líder especialidad estructuras	0998798457
Alexis Rodrigo Gálvez Muñoz	Líder especialidad MEP	0979057855

4.4 Estándares y Protocolos BIM

4.4.1 Normativas a seguir

- ISO 19650 - Gestión de la información mediante BIM
- BuildingSMART:
IFC (Industry Foundation Classes) -Estándar abierto para la interoperabilidad de modelos BIM.
BCF (BIM Collaboration Format) - Estándar para la comunicación de incidencias y comentarios en modelos BIM.

4.5 Software y Herramientas

4.5.1 Herramientas BIM

- Diseño Arquitectónico: Autodesk Revit 2024
- Diseño Estructural: Autodesk Revit 2024
- Diseño MEP: Autodesk Revit MEP 2024
- Coordinación y Colaboración: Navisworks Manage 2024, BIM 360

4.6 Herramientas de Interoperabilidad

Se utilizará:

- IFC (Industry Foundation Classes): Estándar de datos abierto que facilita la interoperabilidad entre diferentes softwares BIM.
- BCF (BIM Collaboration Format): Formato de archivo abierto para la comunicación de incidencias y comentarios en proyectos BIM.

4.7 Gestión de la Información y Documentación

4.7.1 Entregables BIM

- Modelos 3D en formato Revit e IFC
- Planos y documentos técnicos en formato PDF y DWG
- Informe de colisiones generado con Navisworks
- Informe de sostenibilidad en formato PDF

4.7.2 Flujo de Trabajo

- Ciclo de Revisión: Cada disciplina actualizará sus modelos semanalmente. Las revisiones y las sesiones de coordinación se realizarán semanalmente.
- Intercambio de Información: Uso de la plataforma BIM 360 para el intercambio seguro de archivos y documentación.

4.8 Control de Calidad y Validación

4.8.1 Revisiones y Aprobaciones

- Validación de Modelos: se hará uso de la herramienta Interoperability tools para la detección de errores e interferencias para cada disciplina. Cada disciplina deberá tener 0% de errores antes de la entrega al coordinador BIM.
- Auditorías BIM: Revisión semanalmente del cumplimiento del PEB por parte del BIM manager y coordinador BIM.

4.8.2 Gestión de Colisiones y Coordinación

- Detección de Colisiones: Se utilizará el software Navisworks Manage para la detección y resolución de conflictos entre disciplinas (arquitectura, estructura y MEP).
- Reuniones de Coordinación: Reuniones semanalmente para discutir y resolver colisiones.

4.8.3 Sesiones

Capacitación del Personal:

- Sesiones de Actualización: Se realizará sesiones para resolver dudas y tratar diversos temas entre todos los integrantes del equipo. Esto será los días domingos.

4.9 Sostenibilidad y Eficiencia Energética

4.9.1 Objetivos de Sostenibilidad

- Modelado Energético: Utilización de software de modelado energético como Green Building Studio, para simular y optimizar el rendimiento energético del edificio. Este análisis ayudará a identificar oportunidades de ahorro energético.

- **Análisis de Iluminación Natural:** Uso de herramientas de Autodesk Insight para analizar y optimizar la iluminación natural del edificio, reduciendo la dependencia de la iluminación artificial y mejorando el confort de los ocupantes.

4.9.2 Procedimientos

- **Revisión y Verificación:** Ejecución de los modelos energéticos y de sostenibilidad por parte del BIM manager y revisión conjuntamente con el coordinador BIM, con el fin de asegurar que se cumplan los objetivos de sostenibilidad. Se lo realizará una vez que esté culminado las 3 especialidades de arquitectura, estructura y MEP.
- **Reportes de Sostenibilidad:** Generación de informes sobre los resultados de las estrategias de sostenibilidad

4.10 Comunicación y Colaboración

4.10.1 Comunicaciones y reuniones:

- **Vías de comunicación:** Plataformas Zoom y Google meets.
- **Mensajería formal:** Plataforma autodesk BIM 360 y correo electrónico institucional.
- **Mensajería informal:** WhatsApp.

4.10.2 Reuniones

- **Reuniones semanales** para revisar el avance del proyecto y resolver problemas, todos los domingos a las 7:00 pm. Al finalizar la reunión se realizará una minuta en donde se establezcan todos los puntos tratados, soluciones a conflictos y actividades a realizar para la siguiente semana. Esta minuta será firmada digitalmente, o por medio del escaneo de firma, si así lo requieran los integrantes.
- **Dirección:** será dirigido por el BIM manager; en ausencia de éste, asumirá su rol de coordinador BIM
- **Ciclo de Revisión:** Cada disciplina actualizará sus modelos semanalmente. Las revisiones y las sesiones de coordinación se realizarán semanalmente.
- **Intercambio de Información:** Uso de la plataforma BIM 360 para el intercambio seguro de archivos y documentación.

4.11 Control de Calidad y Validación

4.11.1 Revisiones y Aprobaciones

- **Validación de Modelos:** se hará uso de la herramienta Interoperability tools para la detección de errores e interferencias para cada disciplina. Cada disciplina deberá tener 0% de errores antes de la entrega al coordinador BIM.
- **Auditorías BIM:** Revisión semanalmente del cumplimiento del PEB por parte del BIM manager y coordinador BIM.

4.11.2 Gestión de Colisiones y Coordinación

- **Detección de Colisiones:** Se utilizará el software Navisworks Manage para la detección y

resolución de conflictos entre disciplinas (arquitectura, estructura y MEP).

- Reuniones de Coordinación: Reuniones semanalmente para discutir y resolver colisiones.

4.11.3 Sesiones

Capacitación del Personal:

- Sesiones de Actualización: Se realizará sesiones para resolver dudas y tratar diversos temas entre todos los integrantes del equipo. Esto será los días domingos.

4.12 Sostenibilidad y Eficiencia Energética

4.12.1 Objetivos de Sostenibilidad

- Modelado Energético: Utilización de software de modelado energético como Green Building Studio, para simular y optimizar el rendimiento energético del edificio. Este análisis ayudará a identificar oportunidades de ahorro energético.
- Análisis de Iluminación Natural: Uso de herramientas de Autodesk Insight para analizar y optimizar la iluminación natural del edificio, reduciendo la dependencia de la iluminación artificial y mejorando el confort de los ocupantes.

4.13 Procedimientos

- Revisión y Verificación: Ejecución de los modelos energéticos y de sostenibilidad por parte del BIM
- Reportes de Sostenibilidad: Generación de informes sobre los resultados de las estrategias de sostenibilidad.

4.14 Plan de gestión de riesgos

4.14.1 Identificación de Riesgos:

Riesgos Técnicos: Problemas de interoperabilidad entre software, errores en modelos, cambios en el diseño.

Solución: Uso de formatos de archivo abiertos como IFC, revisión de modelos en Interoperability tools de Autodesk Revit. Además, los cambios de diseño se realizarán en constancia del modelador de la disciplina, coordinador BIM y BIM manager

Riesgos de Gestión: Retrasos en la entrega, problemas de coordinación entre equipos, fallos en la comunicación.

- Solución: el BIM manager establecerá cronogramas realistas y usará el software ms Project como gestión de proyectos. También, se utilizará por parte de todos los integrantes del proyecto la plataforma BIM360 como fuente confiable en la

coordinación de distintas actividades. También el jefe de proyecto convocará a todos los integrantes por medio de cualquier plataforma que todos los integrantes la posean y que sea fácilmente de interactuar, sin restricción de tiempo y formas de interactuar. La plataforma que todos poseen Google Meets.

Riesgos Externos: Cambios en las normativas y/o plazos de entregas. Solución: Mantenerse actualizado con los cambios regulatorios y llevar una comunicación constante con el cliente. Cada jueves a las 6:00 pm se realizará un conversatorio entre todos los integrantes del grupo y el cliente.

4.15 Plan de Seguridad y Privacidad de Datos

4.15.1 Identificación de Riesgos y Amenazas:

- Acceso No Autorizado: La información sensible del proyecto, como diseños, planos, plantillas, presupuestos, cronogramas de obras y datos del cliente, puede estar en riesgo de ser accedida por personas no autorizadas.
- Ataques Cibernéticos: Los sistemas y plataformas utilizadas para almacenar y compartir datos podrían ser vulnerables a ataques cibernéticos, como malware, ransomware o phishing.

4.15.2 Estrategias de Mitigación y Soluciones:

- Políticas de Acceso y Control: El BIM manager tendrá el control total en la plataforma BIM 360 y también habilitará carpetas específicas a cada uno de los miembros del proyecto. Con la finalidad de que los líderes de las disciplinas y coordinador BIM pueden trabajar libremente en el rango de espacio o carpetas que son asignados. Tanto el BIM manager como el coordinador BIM tendrán acceso libre a todas las carpetas de los líderes de disciplinas.
- El BIM manager supervisará el uso original de los distintos softwares que estén usando cada integrante, con la finalidad de disminuir el riesgo de infección de virus externos por la descarga o uso de softwares “crackeados”. Especialmente se prohíbe el uso de softwares piratas de las casas comerciales: Autodesk, Microsoft y Presto.

Capítulo 5: Gestión del proyecto Rol Líder BIM de Especialidad Estructural

En el presente capítulo se da a conocer las funciones, responsabilidades, alcances del líder estructural, así como la comunicación y organización, explicado en un flujo de trabajo para gestionar el modelo y entregables solicitados en el contrato EIR.

5.1 Definición de rol:

El Líder BIM de Especialidad Estructural juega un papel crucial en el éxito de proyectos de construcción e ingeniería. Su experiencia y habilidades aseguran que las estructuras sean seguras, funcionales y duraderas, contribuyendo significativamente a la calidad y sostenibilidad del entorno construido, aprovechando al máximo las capacidades de la tecnología BIM, que nos permite el intercambio de información entre los programas de cálculo estructural con programa de modelado 3D a través de formatos abiertos IFC que conectan al modelado con distintos software BIM avalados por la Building SMART, con el objetivo de que el diseño estructural coincida con lo que se va a construir controlando de esta forma los tiempos y costos de manera más precisa.

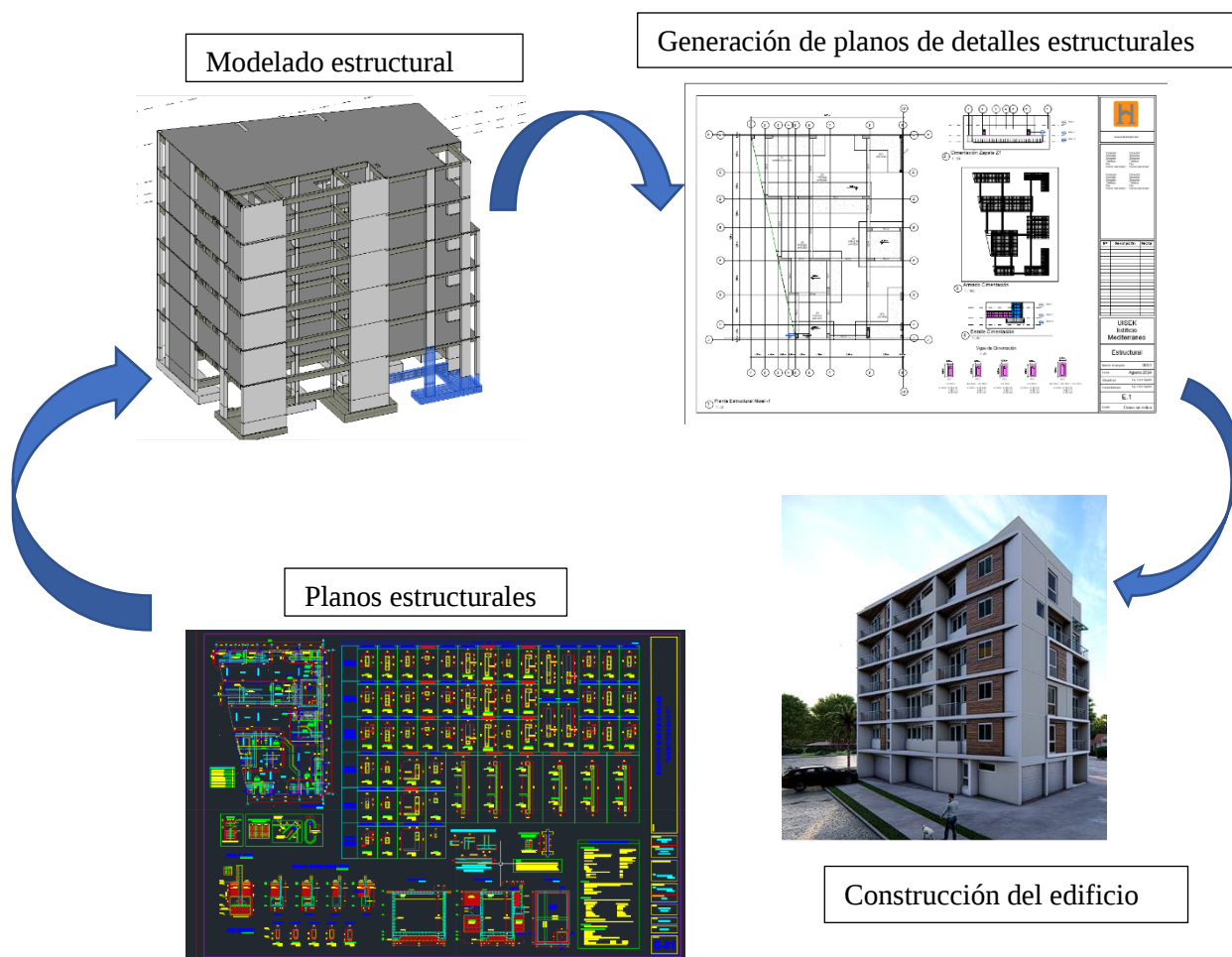


Ilustración 1 Proceso de generación de entregables, creación propia

A comparación de la metodología tradicional “2D”, la metodología BIM permite verificar interferencias, costos y planificación con mayor presteza, ya que estos aspectos indicados son problemas del día a día durante la etapa de construcción en el país.

5.2 Responsabilidades Principales:

5.2.1 Diseño y Análisis Estructural:

- Supervisar y coordinar el diseño de estructuras, asegurando que cumplan con las especificaciones del proyecto y las normas y códigos de construcción.
- Realizar análisis estructurales avanzados para evaluar la capacidad de carga y el comportamiento de las estructuras bajo diferentes condiciones de carga.

5.2.2 Revisión y Aprobación de Planos:

- Revisar y aprobar planos y documentos técnicos relacionados con las estructuras.
- Asegurar la precisión y viabilidad de los diseños presentados por el equipo de ingenieros.

5.2.3 Gestión de Proyectos:

- Coordinar con otros líderes de especialidades (mecánica, eléctrica, arquitectónica) para asegurar la integración y coherencia del proyecto.
- Planificar y gestionar los recursos necesarios para la ejecución de los proyectos estructurales, incluyendo personal, materiales y presupuesto.

5.2.4 Cumplimiento de Normas y Regulaciones:

- Garantizar que todos los diseños y construcciones cumplan con las normativas locales, nacionales e internacionales de construcción y seguridad
- Mantenerse actualizado sobre las últimas regulaciones y avances en tecnología y prácticas de ingeniería estructural.

5.2.5 Supervisión de la Construcción:

- Supervisar las obras en el sitio de construcción para asegurar que se sigan los planos y especificaciones aprobadas.
- Resolver problemas técnicos que puedan surgir durante la construcción y ajustar los planes según sea necesario.

5.2.6 Asesoría Técnica:

- Proporcionar asesoramiento técnico a clientes, contratistas y otros miembros del equipo del proyecto.
- Realizar evaluaciones y diagnósticos de estructuras existentes, recomendando reparaciones o mejoras cuando sea necesario.

5.3 Habilidades y Competencias del Líder Estructural:

- Profundo conocimiento en ingeniería estructural, incluyendo materiales de construcción, dinámica de estructuras y métodos de análisis.
- Capacidad para liderar y motivar a un equipo de ingenieros y técnicos.
- Excelentes habilidades de comunicación para interactuar eficazmente con clientes, contratistas y otros profesionales del proyecto.
- Habilidad para identificar y resolver problemas complejos de manera eficiente.
- Meticulosidad en la revisión y verificación de planos y cálculos estructurales.

El líder de especialidad estructural en un proyecto de construcción juega un papel crucial en la coordinación, diseño y ejecución de las estructuras que soportarán los edificios y otras infraestructuras. Aquí están algunas habilidades clave que un líder de especialidad estructural debería poseer:

Conocimiento Técnico Profundo: Debe tener un sólido conocimiento técnico en ingeniería estructural, incluyendo principios de estática, resistencia de materiales, análisis estructural, diseño de elementos estructurales, y normativas de construcción pertinentes.

Capacidad de Diseño y Modelado: Es fundamental que pueda utilizar software de modelado y diseño estructural como AutoCAD, Revit, SAP2000, ETABS, entre otros, para crear modelos detallados y precisos que cumplan con los requisitos de carga, seguridad y funcionalidad.

Capacidad de Análisis Crítico: Debe ser capaz de analizar de manera crítica y resolver problemas relacionados con el diseño y la construcción de estructuras, anticipando posibles fallos y proponiendo soluciones efectivas.

Gestión de Proyectos: Debe tener habilidades sólidas en gestión de proyectos para planificar, coordinar y supervisar eficientemente la ejecución de la estructura dentro del proyecto general de construcción, cumpliendo con los plazos y presupuestos establecidos.

Comunicación Efectiva: Es crucial que pueda comunicarse de manera clara y efectiva con otros miembros del equipo de diseño y construcción, así como con clientes y partes interesadas. Esto incluye la capacidad de traducir términos técnicos en conceptos comprensibles para diferentes audiencias.

Liderazgo y Colaboración: Debe tener habilidades de liderazgo para dirigir al equipo de ingenieros estructurales y colaborar estrechamente con otros líderes de disciplinas (arquitectos, ingenieros MEP, etc.) para asegurar la integración efectiva de todas las partes del proyecto.

Adaptabilidad y Resolución de Problemas: Debe ser capaz de adaptarse a cambios en el diseño o en las condiciones del sitio de construcción, y tener la capacidad de resolver problemas de manera rápida y eficiente para mantener el progreso del proyecto.

Ética Profesional y Responsabilidad: Debe operar con altos estándares éticos y demostrar responsabilidad en el diseño y construcción seguros y efectivos de las estructuras, cumpliendo con las normativas y estándares de seguridad vigentes.

5.4 Objetivos Específicos

- Calcular el sistema estructural e interpolar entre software de diseño estructural a un software de modelo.
- Detallar los elementos Estructurales en LOD 300.
- Generar un modelo federado del proyecto de la disciplina "3D".
- Elaborar el presupuesto de la parte estructural "5D"
- Entregar planos en formato "2D" en AutoCad y en formato PDF.

La metodología a emplear para elaborar el proyecto estructural será con la metodología BIM 3D, ya que al ser un sistema de carácter colaborativo interdisciplinar que a través del Modelado 3D, se logra interactuar e intercambiar información de una forma ágil, rápida y coordinada para el diseño estructural, además permite que el líder de esta disciplina audite y revise la información para generar

los entregables sin errores dentro de la disciplina Estructural.

Con la información que se especifica dentro del documento EIR, y que especifica los alcances del proyecto, al igual que menciona los objetivos a cumplir por el “Líder BIM de Especialidad Estructural” y que se menciona al inicio de este sub numeral.

5.5 Detalles del Rol

Un líder estructural es un profesional que posee un nivel intermedio-avanzado en la metodología BIM, teniendo a su cargo un grupo de profesionales que realicen los modelados de la estructura para esto se realizan reuniones en las cuales de manera documentada se designa tareas y tiempos de entrega.

La función y responsabilidad del Líder BIM de especialidad estructural se basas netamente en la parte estructural del proyecto, creando flujos de trabajo, reuniones con sus colaboradores, verificando el cumplimiento de los protocolos del modelado y realizando los envíos de los entregables al Coordinar BIM y BIM manager, a su vez es de suma importancia el interactuar con los líderes de las otras disciplinas para con ellos solventar posibles colisiones y con ellos agilizar la elaboración de los entregables.

El líder BIM de la especialidad de estructuras auditará periódicamente, semanalmente los modelos encargados a sus colaboradores en el modelado estructural y coordinara la verificación interdisciplinar con el finde evitar colisiones entre los elementos estructurales.

El líder BIM de la especialidad de estructuras se encarga de señalar los procesos constructivos “4D” indicando las diferentes fases de construcción tal como será la puesta en obra, además de la generación del cronograma valorado “5D”, sea por actividad como se indica en el documento EIR.

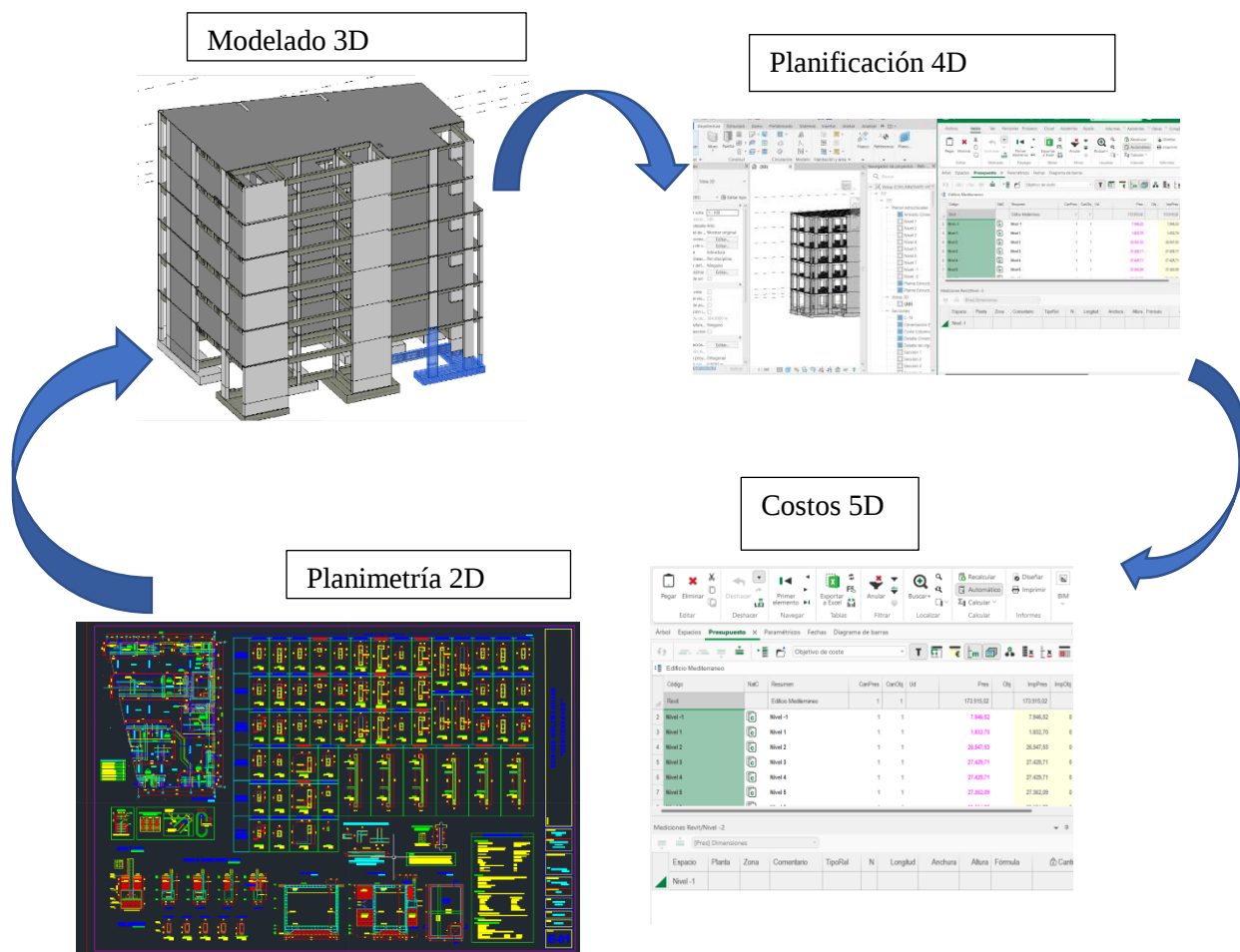


Ilustración 2 Dimensiones para generar los entregables, elaboración propia

El uso de herramientas digitales BIM para coordinar con las demás disciplinas “Arquitectura y MEP”, son de suma importancia con el fin de generar o integrar un modelo federado interdisciplinario.

5.6 Flujo de trabajo

Implementar un flujo de trabajo es algo fundamental para la generación de los entregables del proyecto dentro del tiempo y presupuesto acordado, cumpliendo los estándares y protocolos señalados por el cliente y coordinándolos a través de una plataforma colaborativa que en este caso es Autodesk Construction Cloud.

Para el cumplimiento de forma eficiente y organizada de los objetivos y alcance de este proyecto es la gestión adecuada del flujo de los procesos de comunicación e intercambio de

información, auditoría interdisciplinaria y finalmente la entrega entre el líder BIM de la especialidad de estructuras y el Coordinador BIM.

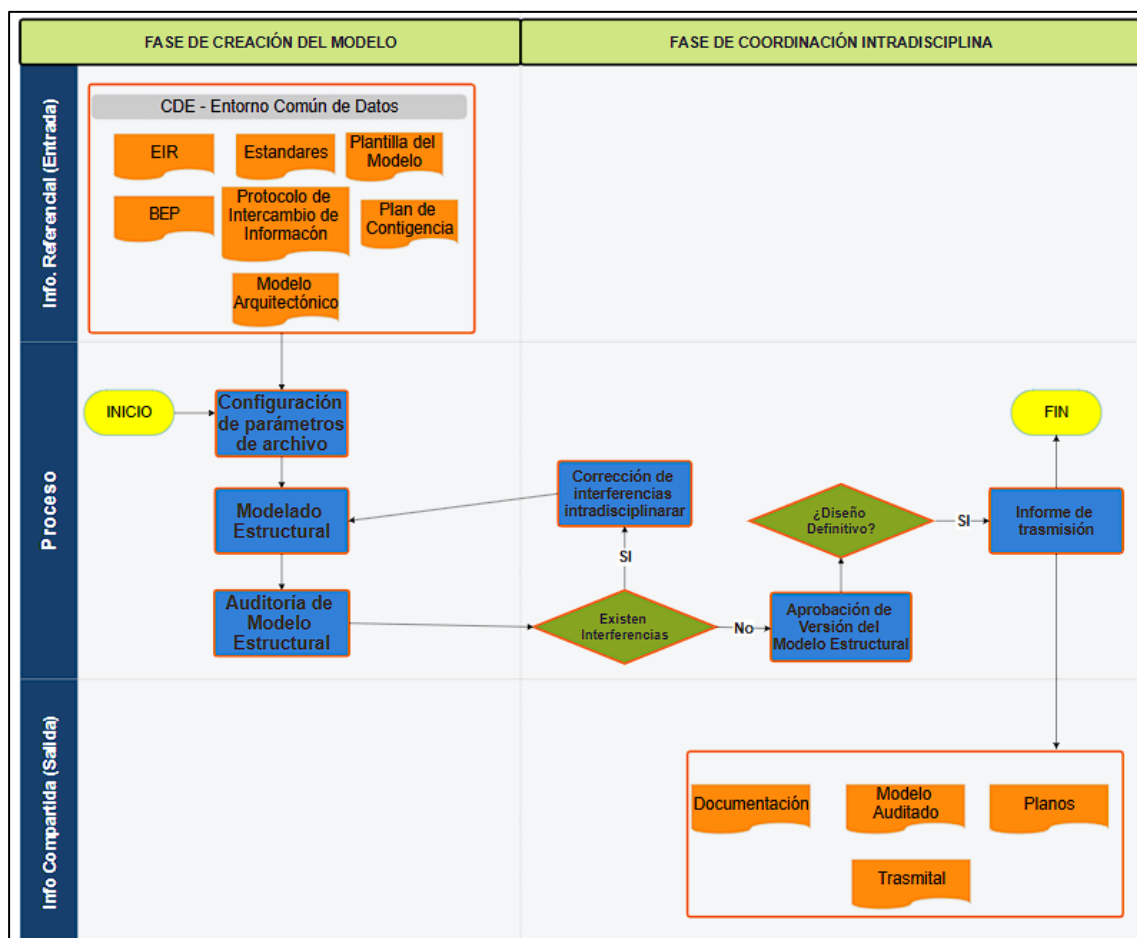


Ilustración 3 Flujo General de Trabajo de la especialidad de estructuras

5.7 Función del Rol del Líder BIM de la especialidad de Estructuras

El líder BIM de la especialidad de estructuras tiene las funciones de coordinación interdisciplinaria con sus colaboradores es decir sus modeladores, auditando el modelo final para su entrega al Coordinador BIM, usando la plataforma establecida en el documento EIR "Autodesk Construction Cloud". Las entregas se las hace parcialmente con fechas establecidas por la empresa.

El líder BIM de la especialidad de estructuras velará por el cumplimiento de los protocolos establecidos por la empresa (nomenclatura, texto, tipo de líneas, grosores de líneas, niveles de detalle (LOD), símbolos).

Es de suma importancia proporcionar la información necesaria a los modeladores a través de

la documentación de planos arquitectónicos y estructurales en AutoCad entregados por el BIM Manager con la finalidad de realizar los cálculos estructurales y dimensionamiento de los elementos con un nivel de detalle "LOD 300" acordado en el EIR, y con base en esto se realizara el modelado "3D" estructural.

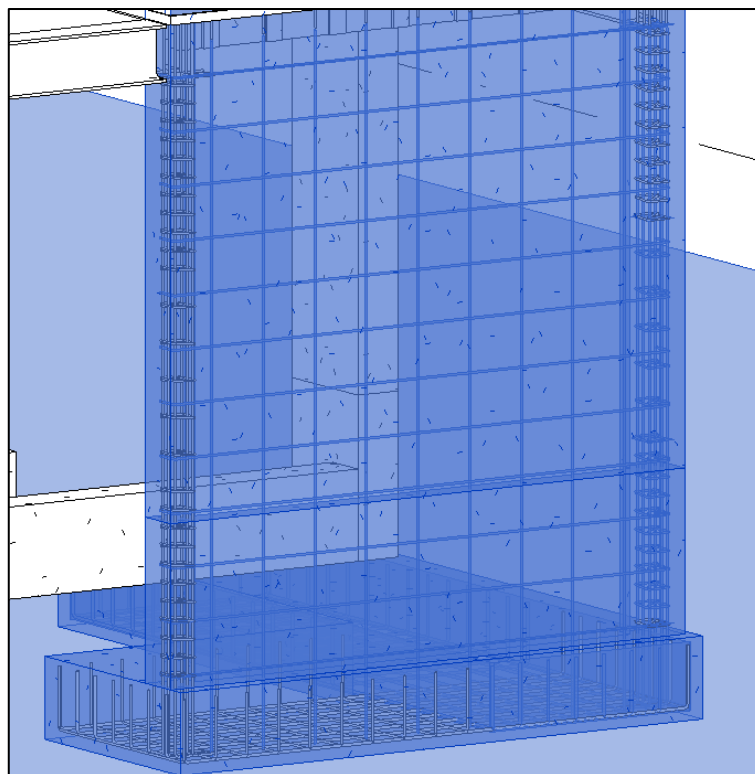


Ilustración 4 Nivel de detallamiento de los elementos estructurales

Una vez generado el modelado 3D, el líder estructural auditará el modelo estructural hasta aprobar el modelo interdisciplinario y generar un archivo NWC que servirá para enviar a través de la plataforma Autodesk Construction Cloud "ACC" al Coordinador BIM, mismo que indicara si existe interferencias con otras disciplinas o se apruebe el modelo.

Después de ser aprobado el Modelo Estructural el líder estructural elaborara los planos Estructurales definitivos 2D en forma DWG y PDF y los adjuntará en la plataforma Autodesk Construction Cloud.

Con el modelado final, el líder estructural procede con la elaboración del cronograma de trabajo "4D" a través de herramientas digitales como "Presto22" o "Project", para la determinación del tiempo de construcción de la obra que se requerirá hasta la finalización de la fase estructural.

Y para finalizar se elaborara el presupuesto "5D" mediante el costo unitario y el volumen de

obra calculado a través del “Revit 2022” y “Presto22” o “Project”.

5.8 Entorno de trabajo

El entorno de trabajo para esta disciplina se la realizara en base a la Norma: ISO-19650-1. La organización de carpetas se encuentra dentro de la plataforma ACC para cada disciplina.

El principal módulo que permitirá la interoperabilidad y el intercambio de información entre los miembros que involucra la disciplina “Estructuras”, estará en la organización de carpetas y subcarpetas donde se coloca los archivos generados según la herramienta digital empleada para el diseño que en este caso será “Revit 2022”.

El entorno de trabajo se da dentro de la carpeta “01 Trabajo en Progreso” cómo se indica en la siguiente figura:

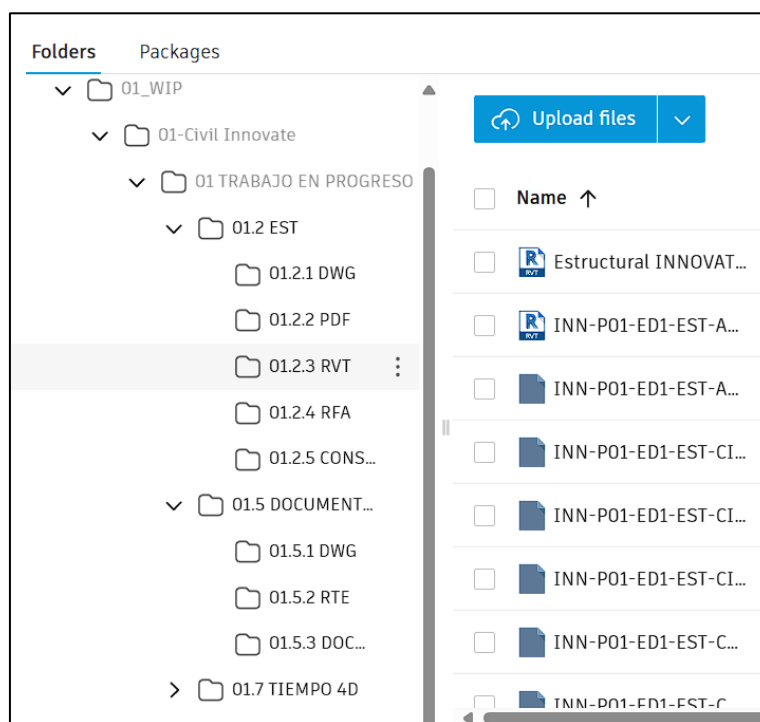


Ilustración 5 EDT de Estructuras

El empleo de archivos arquitectónicos y estructurales 2D en formato DWG previo a la obtención de los definitivos, ubicados en la carpeta “Consumible, como insumos para generar el modelo estructural en Revit.

Los modelos generados se colocaran en la carpeta 01.2.3 RVT, donde el líder BIM de la

especialidad de estructuras coordinará y auditará mediante herramientas como “Naviswork” para la verificación de interferencias entre los elementos estructurales que conforman el modelo, hasta la obtención de un archivo estructural final sin colisiones para la aprobación por el líder estructural.

Luego de ser aprobado el modelo federado interdisciplinar, se realizara la exportación de los archivos en formatos 2D y PDF posteriormente de la verificación y aprobación del Coordinador BIM para formar parte de la entrega final de la disciplina Estructuras.

Los Archivos 2D son planos generados del archivo del modelo rvt. y exportados al formato “dwg” y colocados en la carpeta 01.2.1 DWG.

Los Archivos PDF son planos generados del archivo del modelo rvt. y exportados a formato “pdf” y serán colocados en la carpeta 01.2.2 PDF.

Los Archivos con los que se trabajará para la preparación del modelo estructural, serán adquiridos de la carpeta 01.2.5 CONSUMIBLE donde se encontrará el archivo pre-arquitectónico inicial y planos pre-estructurales. Estos archivos son proporcionados por el coordinador BIM.

Los archivos estructurales deben estar basada en formatos abiertos, que garantice la interoperabilidad entre softwares que ayudan verificar el análisis y agilizar la calidad del modelado estructural. La plataforma Autodesk Construction Cloud, permite proporcionar la comunicación entre el coordinador BIM y BIM Manager, las incidencias y actualizaciones del modelo estructural generando informes de transmisión.

5.9 Método de Comunicación

La comunicación e intercambio de información del líder BIM de la especialidad de estructuras, se realiza de la siguiente forma:

El intercambio de los archivos con los modeladores será a través de la plataforma Autodesk Construction Cloud (ACC) mediante informes de incidencias y transmisión de modelos y se trabajará dentro de la carpeta “01 TRABAJO EN PROGRESO”.

Las reuniones se las puede realizar de forma presencial o de forma telemática a través de Zoom, Whatsapp, y Microsoft Teams.

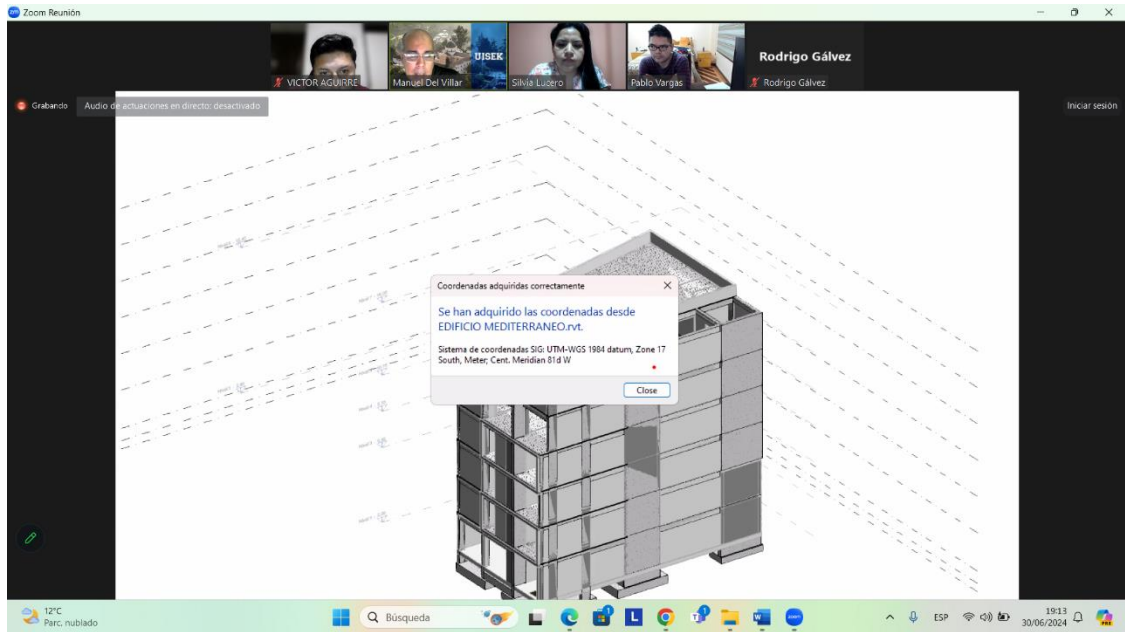


Ilustración 6 Comunicación mediante Zoom

5.10 Software a usar

Los programas usados sirven con la finalidad de dar cumplimiento a los objetivos para aplicar la metodología BIM. Los softwares empelados se indicaron en el BEP que serán aplicados en las distintas disciplinas.

Los softwares empleados para cumplir los requerimientos EIR son:

LISTADO DE HERRAMIENTAS A EMPLEAR		
Software	Versión	Tipo de Uso
Autodesk. AutoCAD	2020.0.0	Elaboración de planos 2D
Autodesk Revit	2022.1.0	Elaboración del Modelo 3D
Autodesk Naviswork	2022.0.0	Verificación de Interferencias
Presto	2022.03.0	Elaboración de Planificación 4D y Costos 5D
Microsoft Office	2022	Elaboración de informes
Adobe PDF	2022	Presentación de planos 2D

5.11 Información base

La información de partida proporcionada por el BIM Manager y el Coordinador BIM son planos 2D de arquitectura e ingeniería en formato DWG, que sirven de puntos de partidas para la elaboración de las diferentes ingenierías, los mismos que servirán para la realización de los planos base estructurales con el cálculo de las dimensiones y materiales que requiere el proyecto para su adecuado desempeño estructural y brinde el confort esperado.

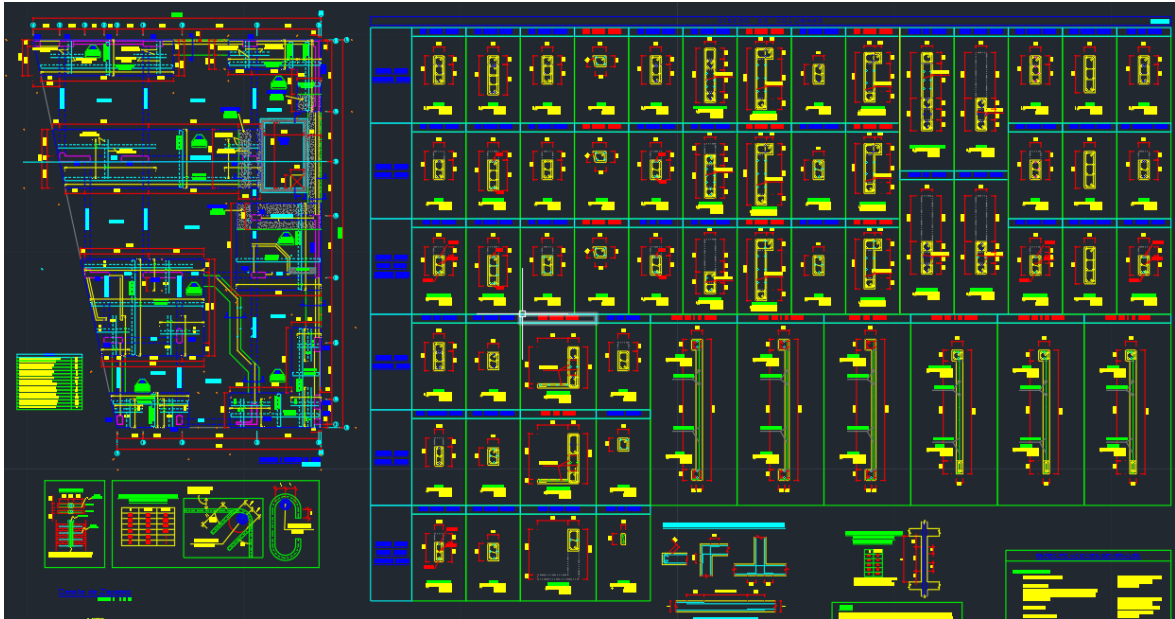


Ilustración 7 Plano base estructural en formato DWG

5.12 Origen y orientación de los modelos

Se tiene las siguientes coordenadas de la ubicación donde se ejecutara el edificio Mediterráneo:

Proyecto:	Diseño de un edificio residencial de 6 pisos de hormigón armado.
Ubicación:	Ambato- Av. Tomás Alva Edison y Johanes Gutemberg 
Coordenadas UTM:	N: 9860203.96 E: 767939.28
Cliente:	Universidad Internacional UISEK

Para una adecuada interpolación entre las diferentes disciplinas se arrancará con los ejes y coordenadas ubicadas previamente en el modelo arquitecto 3D, para con estas dar inicio a la ubicación espacial del modelo 3D estructural.

5.13 Modelo Estructural BIM

El modelo de la estructura en 3D, representa la estructura como será puesta en obra con lo que se puede examinar y auditar posibles interferencias, en las diferentes fases constructivas permitiendo la actualización inmediata de los valores reales que se aplicara en cada fase del proyecto.

Una de las ventajas del modelado BIM es la permitir la interacción entre las distintas disciplinas tanto en las arquitectónicas y MEP. El modelado estructural sirve como armazón principal para la elaboración de todas las disciplinas en especial la arquitectónica, evitando cambios innecesarios durante la fase de ejecución del proyecto.

Una de las principales reglas para un buen modelado es el seguimiento de los protocolos establecidos por la coordinación BIM y acatando las normas especificadas en el acuerdo pactado en el contrato EIR.

Una vez realizado el modelado 3D se procederá a compartir la información realizada a través de la plataforma ACC en la carpeta “TRABAJO EN PROGRESO” proporcionado por el coordinador BIM. De esta manera se realizará actualizaciones y cambios de manera rápida y ágil.

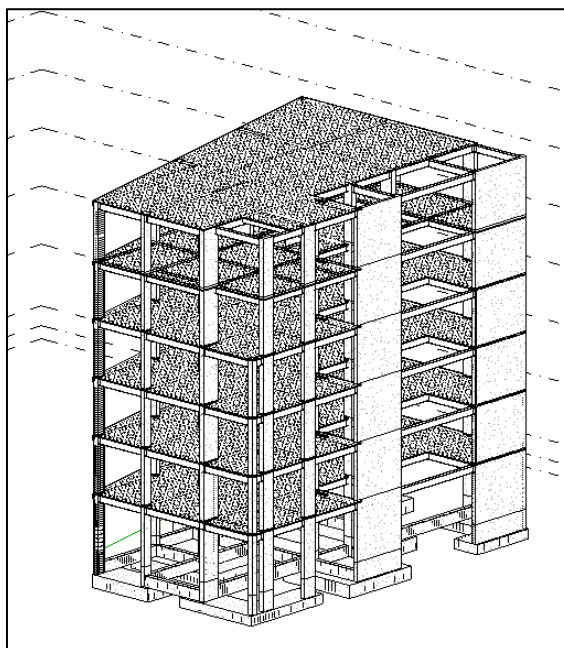


Ilustración 8 Modelado Estructural

Para información de este Proyecto, inicialmente se especificará las características que conforman el sistema de constructivo del modelo indicando los materiales, el tipo de sistema estructural, ubicación y detallamiento de los elementos que compondrán el modelo estructural.

A continuación, en un esquema representativo se indica la tipología, ubicación o distribución de los elementos empleados para la elaboración del modelado estructural:

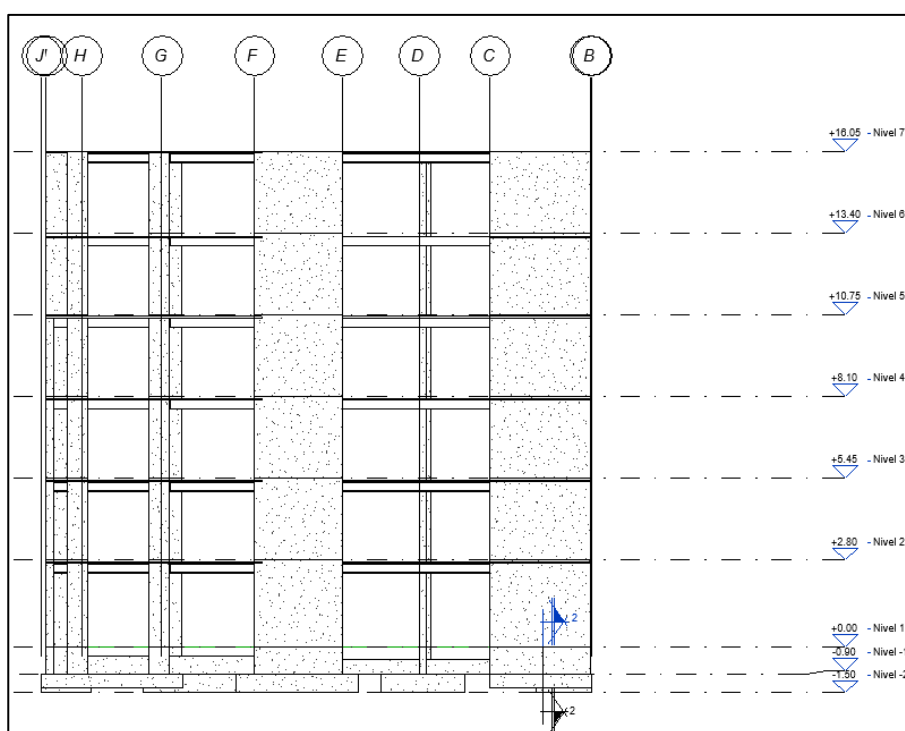


Ilustración 9 Esquema – Distribución de niveles

5.14 Auditoría del Modelo estructural

Una vez finalizado el modelo 3D, el líder BIM especialidad estructural se encarga en auditar el Modelado a través de la herramienta Naviswork, que le permitirá apreciar las interferencias entre los distintos elementos estructurales que forman parte del proyecto.

Esto se realizará exportando el proyecto de Revit con la extensión o formato NWC para lograr efectuar la interoperabilidad entre el Software Revit a Navisworks.

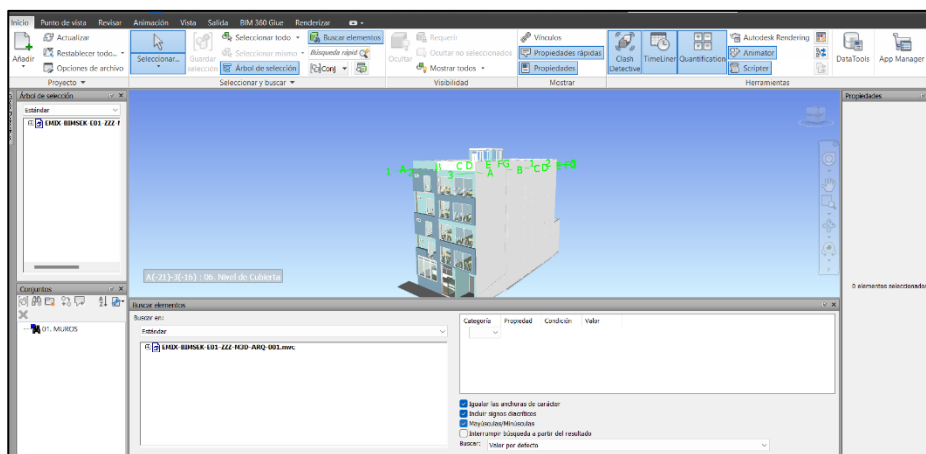


Ilustración 10 Exportación de archivo rvt (Revit) para nwc (Naviswork)

Este procedimiento se lo realiza con el fin de efectuar el control de calidad mediante una auditoría intradisciplinar entre Estructura vs. Estructura, y poder detectar posibles interferencias que afecten al proyecto.

Esta auditoría sirve para verificar la calidad del modelado estructural y dar aviso a los modeladores para su pronta corrección a través de un informe de colisiones generado en el software especializado.

Informe de conflictos										
(A) 08 COLUMNAS-09 VIGAS			Tolerancia	Conflictos	Nuevo	Activo	Revisado	Aprobado	Resuelto	Tipo Estado
			0.050m	19	0	0	19	0	0	Estático, Aceptar
Imagen	Nombre de conflicto	Punto de conflicto	Elemento 1			Elemento 2			Comentarios	
			ID de elemento	Elemento Nombre	Elemento Tipo	ID de elemento	Elemento Nombre	Elemento Tipo		
	Conflicto1	x:2.100, y:17.440, z:2.350	Element ID: 163787	Pilar rectangular hormigón	Solid	Element ID: 412783	Hormigón, Moldeado In situ, grls	Solid	#0 - USUARIO - 2024/7/5 21:17 Asignado a LIDER ESTR.	
									Se solicita rectificar la unión entre viga y columna.	
	Conflicto2	x:2.100, y:17.443, z:5.000	Element ID: 237885	Pilar rectangular hormigón	Solid	Element ID: 422484	Hormigón, Moldeado In situ, grls	Solid	#0 - USUARIO - 2024/7/5 21:17 Asignado a LIDER ESTR.	
									Se solicita rectificar la unión entre viga y columna.	
	Conflicto3	x:6.243, y:1.150, z:12.950	Element ID: 297648	450 x 250 mm	Solid	Element ID: 423218	Hormigón, Moldeado In situ, grls	Solid	#0 - USUARIO - 2024/7/5 21:17 Asignado a LIDER ESTR.	
									Se solicita rectificar la unión entre viga y columna.	
	Conflicto4	x:6.243, y:1.150, z:15.600	Element ID: 331505	450 x 250 mm	Solid	Element ID: 423233	Hormigón, Moldeado In situ, grls	Solid	#0 - USUARIO - 2024/7/5 21:18 Asignado a LIDER ESTR.	
									Se solicita rectificar la unión entre viga y columna.	

Ilustración 11 Informe de conflictos entre Estructura Vs Estructura.

Identificadas las posibles interferencias se realiza un análisis si esas interferencias son necesarias, o caso contrario son interferencias entre elementos de la estructura que requieren correcciones.

Una vez corregidas las interferencias del modelo 3D estructural por el líder BIM especialidad estructuras, nuevamente se procede a exportar el modelo auditado y corregido en formato NWC. y se lo envía al coordinador BIM a través de la plataforma Autodesk Construction Cloud, se pone un aviso al Coordinador BIM mediante la creación de un informe de transmisión.

El Coordinador BIM una vez entregado el informe de transmisión se encarga de verificar interferencias interdisciplinarias utilizando la herramienta Naviswork.

En el caso de existir interferencias interdisciplinarias con la estructura, el Coordinador BIM enviará al líder estructural un archivo en formato NWF. indicando la existencia de interferencias con otra disciplina. El archivo proporcionado por el Coordinador BIM se alojará en la plataforma ACC en la subcarpeta 01.2.5. "CONSUMIBLE".

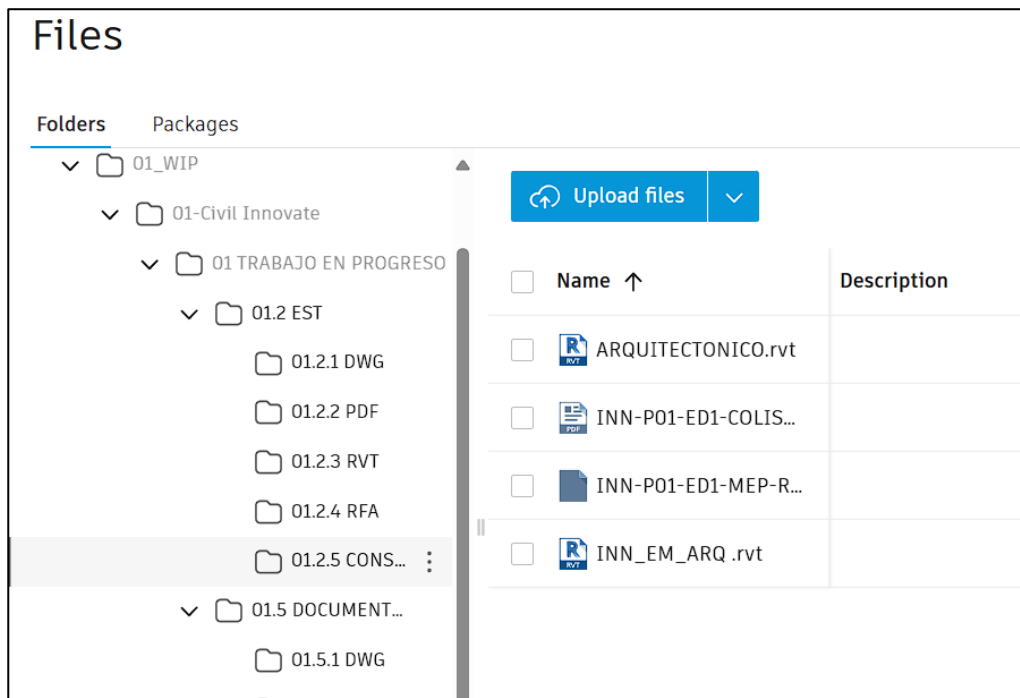


Ilustración 12 Ruta de Carpeta CONSUMIBLE

Revisado y Corregido el modelo 3D según el archivo NWF., el líder estructural genera nuevamente un archivo NWC. y el archivo lo carga en la plataforma ACC. indicando que las interferencias han sido resueltas.

Una vez aprobada las interferencias interdisciplinarias por el Coordinador BIM, se procede a la generación de planos definitivos en formato DWG y PDF.

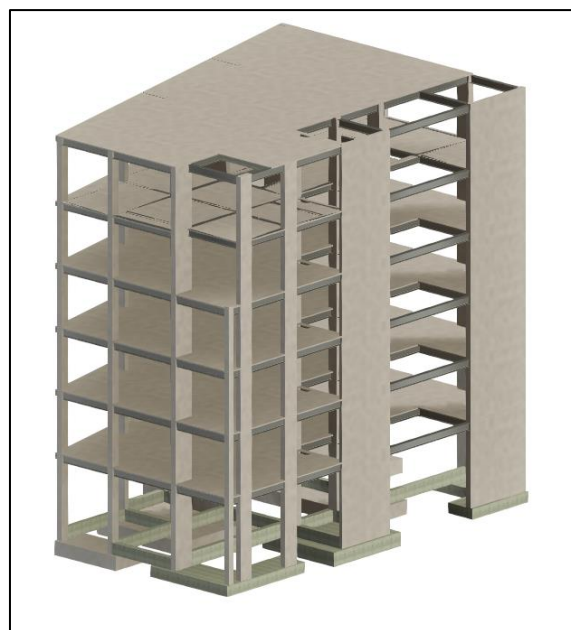


Ilustración 13 Modelo Estructural Auditado Definitivo

5.15 Costos en la disciplina Estructural 5D

Una vez finalizado el modelado estructural 3D, se genera el diseño gráfico parametrizado el cual posee información de cantidad, ubicación, material, etc., que permitirá realizar tablas de cuantificación para cada elemento estructural creado en el modelo. Esto permite realizar un análisis de costos de cada elemento modelado en el proyecto.

Para realizar los costos de la estructura de este proyecto, se empleó la interacción entre los programas computacionales Revit – Presto, a través de un plugin llamado “Cost-IT” integrado en el software Revit.

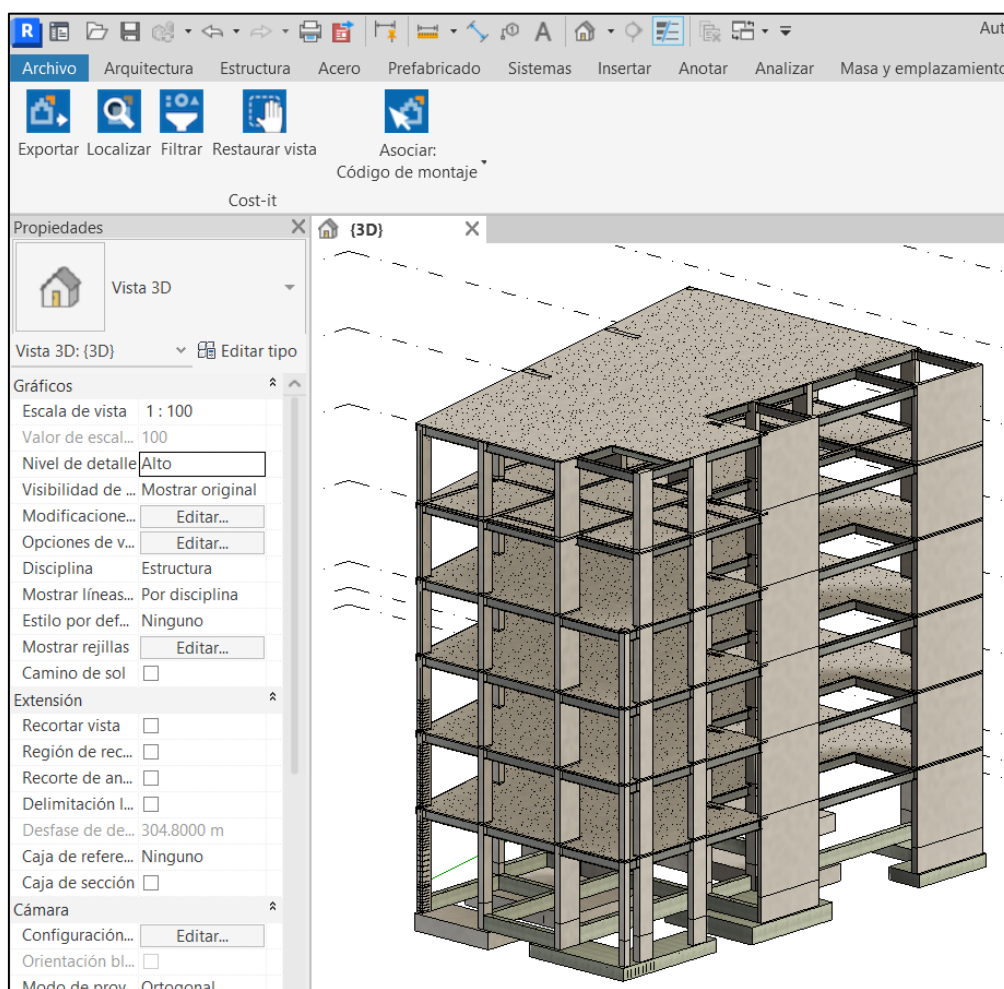


Ilustración 14 interacción entre los programas computacionales Revit – Presto

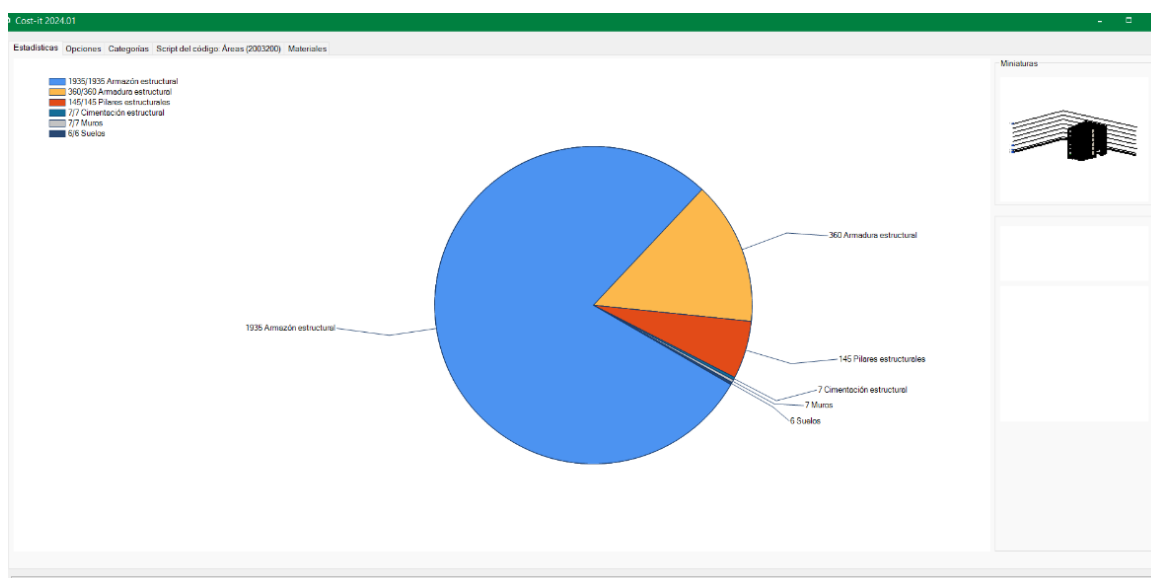


Ilustración 15 Identificación y cuantificación de elementos estructurales detectados por el Plugin “Cost-IT”

La interacción entre Revit – Presto mediante el Plugin “Cost-IT” posee la capacidad de identificar, ubicar y cuantificar la información que posee el modelado, mismo que permite al líder estructural continuar con la obtención de los costos de la estructura.

Para iniciar con el procesamiento de datos presupuestario de la disciplina Estructura, se requiere tener claro el Análisis de Precios Unitarios “APUs”, mismos que son creados por el líder estructural en formato (Presto), con el fin de lograr conectar mediante códigos los precios de los rubros “materiales, mano de obra y maquinaria” con cada elemento que compone el modelo estructural.

Una de las principales ventajas de realizar la interacción del modelado estructural con el software Presto, es la de identificar el elemento visualmente y tener la información con el valor presupuestado para ese elemento estructural, como se indica en la siguiente figura:

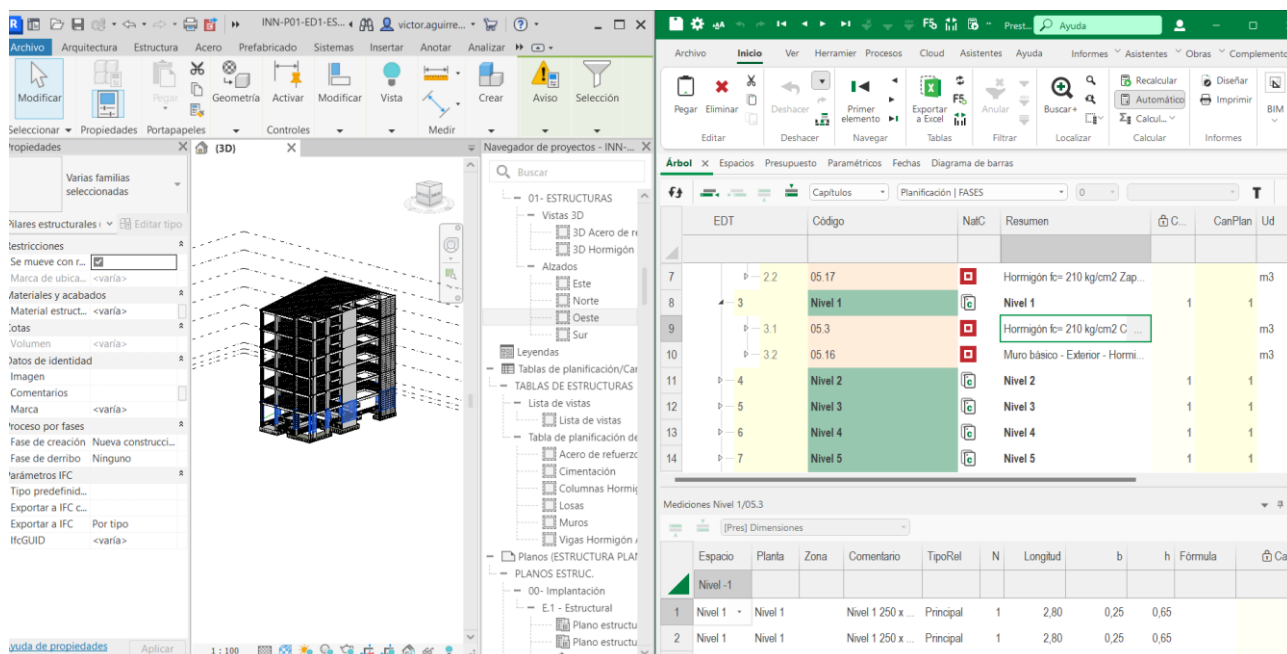


Ilustración 16 Identificación del elemento estructural

Realizada la vinculación y generación del archivo presupuestario y planificación, el líder estructural podrá conocer el presupuesto mensual que requerirá la construcción del proyecto.

5.16 Documentos generados del modelo Estructural

Aprobado el modelo estructural se generarán planos incluyendo tablas de cantidades de los elementos estructurales como son: cimentación, columnas y vigas de hormigón armado y metálicas, losas, muros de hormigón armado, detallado por secciones a cada uno de los elementos.

La nomenclatura de los elementos que conforman el proyecto se basa bajo el manual de estilos entregados por Coordinación BIM. Las tablas de cantidades serán clasificadas por nombre de los elementos, nivel, tipo o familia de cada componen que conforman el proyecto dependiendo el caso.

5.17 Entregable del modelo estructural (planos)

Uno de los entregables bajo la responsabilidad del Líder Estructuras, es la generación de Planos Estructurales en formato A1. A continuación, se anexa planos estructurales.

Capítulo 6: Conclusiones y Recomendaciones

6.1 Conclusiones

Mejora en la Detección de Conflictos: La implementación de la metodología BIM en proyectos de construcción, como el del edificio Mediterráneo, facilita la visualización y detección de conflictos entre los diferentes elementos arquitectónicos, estructurales y de MEP (Mecánicos, Eléctricos y de Plomería). Esto permite identificar y resolver interferencias antes de la construcción física, lo cual reduce significativamente los problemas durante la ejecución y evita costosos retrasos.

Coordinación Eficiente y Reducción de Errores: La Coordinación Multidisciplinar, posible gracias a la metodología BIM, permite combinar modelos de distintas disciplinas en un solo modelo federado. Esto facilita la visualización de interferencias y la realización de correcciones de manera ágil. Como resultado, se optimiza la planificación y se minimizan los cambios imprevistos durante la construcción, reduciendo costos adicionales y malentendidos entre los profesionales del sector.

Ventajas en el Proceso de Diseño y Planificación: Aunque el uso de BIM requiere más tiempo en la fase de diseño comparado con los métodos tradicionales debido a la necesidad de introducir y verificar información detallada, sus beneficios son notables. BIM proporciona datos precisos sobre cantidades, pesos y volúmenes, y mejora la planificación y estimación de costos. Además, su capacidad para generar modelos visuales detallados y renders facilita la comunicación con el cliente y permite una mejor visualización del proyecto final.

6.2 Conclusión del Rol de Líder BIM especialidad estructural

La adopción de la metodología BIM en el diseño de estructuras, aunque demanda más tiempo en la fase de modelado en comparación con los métodos tradicionales en 2D, ofrece resultados significativamente más precisos y ajustados a la realidad. Esta metodología no solo mejora la precisión en la extracción de datos sobre cantidades y materiales, sino que también facilita una mejor coordinación entre las diferentes disciplinas del proyecto y ayuda a prevenir colisiones, optimizando así el proceso de construcción.

6.3 Recomendación

Desarrollar Protocolos Claros y Detallados: Se recomienda establecer y documentar de manera anticipada los protocolos y estándares que se seguirán durante el proyecto. Esto incluye

definir claramente los procedimientos para la creación y gestión de modelos BIM, así como los roles y responsabilidades de cada miembro del equipo. La implementación oportuna de estos protocolos ayudará a garantizar que el flujo de trabajo sea coherente y minimice la necesidad de ajustes durante la fase de modelado.

Capacitación y Alineación del Equipo: Asegúrese de que todos los miembros del equipo estén capacitados en los protocolos BIM establecidos y comprendan su importancia. La alineación del equipo con estos procedimientos desde el inicio del proyecto facilitará una mayor eficiencia y reducirá la posibilidad de errores o malentendidos durante el modelado.

Revisión y Actualización Continua de Protocolos: Aunque es crucial establecer protocolos claros desde el principio, también es importante revisarlos y actualizarlos periódicamente a medida que avanza el proyecto. Esto permitirá adaptarse a cualquier cambio en los requisitos o desafíos imprevistos sin interrumpir el flujo de trabajo. Implementar un proceso de revisión regular ayudará a mantener la efectividad de los protocolos y a abordar cualquier problema de manera proactiva.

Capítulo 7: Bibliografía

Azhar, S. (2011). Building information modeling (BIM): Trends, benefits, risks, and challenges for the AEC industry. *Leadership and Management in Engineering*, 11(3), 241-252. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)LM.1943-5630.0000144](https://doi.org/10.1061/(ASCE)LM.1943-5630.0000144)

Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). *BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors* (2nd ed.). Wiley.

Fischer, M., & Kunz, J. (2016). Integrating building information modeling and augmented reality for interactive visualization of construction processes. *Visualization in Engineering*, 4(1), 1-16. <https://doi.org/10.1186/s40327-016-0035-3>

Kassem, M., Succar, B., & Dawood, N. (2014). Building information modeling: Developing a collaborative environment for construction projects. *Journal of Information Technology in Construction*, 19, 54-71. Retrieved from <http://www.itcon.org/2014/4>

Succar, B. (2009). Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. *Automation in Construction*, 18(3), 357-375. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2008.10.003>

Hernández Daguer, M. C., Salazar Marín, D. M., & Hernández Capacho, L. F. Formulación metodológica de procesos interdisciplinarios en el campo de la Ingeniería Civil y Arquitectura gestionados a través de BIM en la fase de diseño de proyectos de construcción de empresas en el Area Metropolitana de Bucaramanga, Colombia (Doctoral dissertation, Pregrado Arquitectura). usta.edu.co

Building SMART. (2012). Implementación BIM. España. Obtenido de <https://www.buildingsmart.es/bim/>

Capítulo 8: ANEXOS



**UNIVERSIDAD
INTERNACIONAL SEK**



MAESTRÍA EN GERENCIA DE PROYECTOS BIM

**Contrato EIR (Integración de Requisitos de
Información)**

Grupo #1

Pablo Vargas

Silvia Lucero

Víctor Aguirre

Alexis Gálvez

Índice

1	Descripción del proyecto	1
2	Número del Grupo y nombre del equipo	2
3	Integrantes y Roles.....	2
4	Rendimientos mínimos de los equipos	2
5	Pruebas aparatos tecnológicos.....	3
5.1	Hardware	3
5.2	Software	3
6	Estándares y protocolos de intercambio de información.....	4
7	Plan de entregas de información	5
7.1	Modelos BIM	5
7.2	Datos de diseño	5
8	Niveles de información	5
9	Protocolo de intercambio de información de construcción.....	6
9.1	Objetivo del Protocolo	6
9.2	Ámbito de Aplicación.....	6
10	Plataforma BIM y Formato de Archivos.....	6
10.1	Estructura de la Información	6
10.2	Frecuencia y Método de Intercambio	6
10.3	Responsabilidades de las Partes Involucradas.....	6
10.4	Control de Calidad y Coordinación	7
10.5	Actualización y Versionamiento	7
10.6	Confidencialidad y Seguridad	7
11	Plantilla de proyecto BIM (BIM Project Template)	8
11.1	Configuración del Modelo BIM.....	8
11.2	Capas de Arquitectura	8
11.3	Capas de estructura.....	9
11.4	Capas de MEP	10
12	Protocolo de Gestión de la Información de la Construcción.....	10
13	Plantilla de biblioteca de objetos BIM.....	13
14	Protocolo de coordinación BIM.....	13
14.1	Roles y responsabilidades	13
14.2	Comunicación.....	13
14.3	Formatos de archivo	14
14.4	Niveles de detalle (LOD).....	14

14.5	Niveles de geometría (Level of Geometry - LOG).....	14
15	Requisitos de responsabilidad.....	14
15.1	Cliente	14
15.2	BIM Manager.....	14
15.3	Coordinador BIM	15
15.4	Modeladores BIM	15
16	Estándares de calidad	15
17	Análisis de Ciclo de Vida	15
17.1	Definición del Proyecto (Pre-diseño)	15
17.2	Diseño	16
17.3	Planificación y Costos	16
18	Eficiencia energética.....	16
19	Planificación del proyecto	17
20	Softwares a utilizar.....	17
21	Seguridad.....	17
22	Conclusión	18

1 Descripción del proyecto

El proyecto es el diseño de un edificio residencial de hormigón armado de 6 niveles, ubicado en la ciudad de Ambato Av. Tomas Alva Edison y Johanes Gutemberg. La planta baja está destinada al área de garaje e ingreso peatonal. Tanto los niveles 2, 3, y 4 cuentan cada uno con dos departamentos, los cuales contienen 1 dormitorio simple, 1 dormitorio máster, baño, sala, comedor, cocina, lavandería, balcón y cuarto de estar. Los niveles 5 y 6 conforman 3 departamentos, de similares características a los mencionados anteriormente, pero con diferentes dimensiones y se adiciona un 1 baño.

Para la fase de diseño se creará un modelo tridimensional completo del edificio, que incluirá todos los elementos arquitectónicos, estructurales y de servicios (MEP). Este modelo permitirá visualizar el proyecto en su totalidad y evaluar su viabilidad desde diferentes perspectivas. Luego, se procederá a analizar la distribución de los espacios en cada departamento y en las áreas comunes. Se prestará especial atención a la funcionalidad de cada espacio, asegurando un diseño que garantice el confort y la comodidad de los futuros residentes.

Además, se facilitará la colaboración entre los diferentes equipos de diseño y la integración de cambios durante el proceso de diseño.

Gracias a esta metodología se generará toda la documentación necesaria en la fase de diseño como planos, cortes, elevaciones y detalles constructivos garantizando su precisión, calidad y coherencia.

Durante la fase de construcción, el modelo BIM se convierte en una herramienta invaluable para la planificación y coordinación de la obra. Los contratistas pueden utilizar el modelo para generar programaciones detalladas de la construcción, identificar áreas de congestión en el sitio y optimizar la secuencia de construcción para mejorar la eficiencia y reducir los tiempos de construcción.

Una vez que el inmueble esté terminado, el modelo BIM sigue siendo útil para la gestión del edificio. Los propietarios y administradores pueden utilizarlo para acceder a información detallada sobre los sistemas de construcción, como la ubicación de las instalaciones eléctricas y de plomería, lo que facilita el mantenimiento y las reparaciones.

2 Número del Grupo y nombre del equipo

Grupo #	1
Nombre del equipo	BIM CivilInnovate

3 Integrantes y Roles

El grupo de trabajo deberá estar formado por un mínimo de 4 personas, los cuales podrán ser ingenieros civiles y/o arquitectos.

Nombre de la empresa		
Integrantes de la empresa	Rol	Teléfonos integrantes
Ingeniero(a) civil o Arquitecto(a)	BIM Manager	
Ingeniero(a) civil o Arquitecto(a)	Coordinador BIM	
Arquitecto(a)	Líder especialidad arquitectura	
Ingeniero(a) civil	Líder especialidad estructuras	
Ingeniero(a) civil o Arquitecto(a)	Líder especialidad MEP	

4 Rendimientos mínimos de los equipos

Procesador (CPU)	
Mínimo	Intel i5 o equivalente
Óptimo	Intel i9 o AMD Ryzen 9
Memoria RAM	
Mínimo	8 GB

Óptimo	32 GB
Tarjeta gráfica	
Mínimo	Tarjeta gráfica con al menos 2 GB de VRAM
Óptimo	NVIDIA RTX 3060 o superior, o AMD Radeon RX 6700 XT o superior, con al menos 8 GB de VRAM
Almacenamiento	
Mínimo	Unidad SSD de 256 GB (para el sistema operativo y software)
Óptimo	Unidad SSD NVMe de 1 TB o más, junto con un disco duro adicional de gran capacidad (2 TB o más)
Monitor	
Mínimo	Monitor con resolución Full HD (1920x1080)
Óptimo	Monitor con resolución 4K (38740x2160)
Sistema operativo	
Mínimo	Windows 10 (64 bits) o macOS Mojave
Óptimo	Windows 11 Pro (64 bits) o la última versión de macOS

5 Pruebas aparatos tecnológicos

5.1 Hardware

GPU	pruebas de rendimiento de la tarjeta gráfica con herramientas como 3DMark, Unigine Heaven, o FurMark.
Memoria RAM	Verificar el rendimiento de la RAM con herramientas como MemTest86
Almacenamiento	Medir la velocidad de lectura y escritura de tu unidad de almacenamiento (SSD) con herramientas como CrystalDiskMark

5.2 Software

Carga de proyectos grandes	Observar tiempos de carga, fluidez de navegación, y respuesta a comandos.
Renderizado de modelos	Observar tiempos que tardar en entrega un renderizado y en que calidad lo entrega

Simulación y análisis	Ejecutar simulaciones y análisis dentro del software BIM, como análisis de energía, estructuras, o flujos de trabajo colaborativos, para asegurar de que el hardware puede manejar estas tareas sin problemas.
-----------------------	--

6 Estándares y protocolos de intercambio de información

Se utilizará estándares abiertos:

Estándares de intercambio de información		
Nombre	Descripción	Estándar/Uso
IFC Industry Foundation Classes	Transferencia de datos de modelos BIM (abierto)	ISO 167397 Intercambio de información entre diferentes modelos
BCF BIM Collaboration Format	Revisión y seguimiento de incidencias (abierto)	BuildingSMART BCF. Detección de interferencias entre los distintos modelos
Protocolos de intercambio de información		
Nombre	Descripción (uso)	Estándar
BEP BIM Execution Plan	Garantizar la interoperabilidad y consistencia de los datos	IFC/ Modelos, formatos de archivo y procesos de revisión

7 Plan de entregas de información

7.1 Modelos BIM

Se presentarán los modelos de las especialidades: arquitectura, estructura, y MEP, en ellos se tendrá:

- Modelo 3D del edificio completo.
- Modelos 3D de cada nivel del edificio
- Modelos 3D de áreas comunes, como el área de garaje e ingreso peatonal en la planta baja.

7.2 Datos de diseño

- Planos de planta de cada nivel, incluyendo detalles de distribución de los departamentos y áreas comunes.
- Planos estructurales, arquitectónicos y de MEP

8 Niveles de información

Especialidad	LOI	Alcance
Arquitectura	200	Modelos arquitectónicos con detalles específicos, como los tipos de materiales utilizados, los acabados de las paredes y suelos.
Estructuras	200	Modelos estructurales con detalles adicionales, como la disposición de las vigas y losas, y la ubicación de las armaduras.
MEP	200	Modelos MEP con detalles adicionales, como la especificación de tamaños y tipos de sistemas MEP y la ubicación de equipos, como tanques, equipos de aire acondicionado, generadores etc.

9 Protocolo de intercambio de información de construcción

9.1 Objetivo del Protocolo

Garantizar la coordinación efectiva entre todas las partes involucradas y la integridad de los datos BIM.

9.2 Ámbito de Aplicación

Se aplicará a todos los participantes del proyecto, incluyendo arquitectos, ingenieros y todos los profesionales involucrados.

10 Plataforma BIM y Formato de Archivos

Se utilizará la plataforma Autodesk BIM 360 y el formato de archivos será en IFC.

10.1 Estructura de la Información

La información se dividirá en las siguientes categorías principales:

Geometría del edificio: incluirá la distribución de los seis niveles, áreas de garage, ingreso peatonal, balcones y detalles exteriores.

Estructura del edificio: modelos detallados de elementos estructurales, como losas, vigas, columnas, cimentaciones, muros y escaleras.

Sistemas MEP: distribución de sistemas de plomería para cada nivel.

Programación y planificación: se establecerá un calendario de intercambio de información con fechas límite, comunicando con previa antelación a cada integrante a través de la plataforma Autodesk BIM 360.

10.2 Frecuencia y Método de Intercambio

Se realizará un calendario de intercambio de información con fechas límite para la entrega de modelos actualizados.

El intercambio se realizará electrónicamente a través de la plataforma BIM centralizada.

10.3 Responsabilidades de las Partes Involucradas

Arquitecta: proporcionarán modelos arquitectónicos detallados, incluyendo la distribución de departamentos y áreas comunes.

Ingeniero estructural: proporcionarán modelos estructurales con elementos de hormigón y sistemas de cimentación.

Ingeniero MEP: proporcionarán modelos detallados de sistemas de plomería y electricidad.

Ingeniero o Arquitecto BIM manager: establecerá y mantendrá los estándares y protocolos BIM para el proyecto, incluyendo la estructura de archivos, los procedimientos de intercambio de información y los requisitos de modelado.

Ingeniero o arquitecto Coordinador: coordinará reuniones para abordar conflictos y discrepancias en los modelos BIM, facilitando la comunicación entre los equipos y proponiendo soluciones viables, así como también utilizará herramientas de detección de colisiones para identificar y resolver interferencias entre los modelos de arquitectura, estructura y MEP.

10.4 Control de Calidad y Coordinación

Se emplearán herramientas de detección de colisiones con el software Naviswork para identificar interferencias entre sistemas.

10.5 Actualización y Versionamiento

Se establecerán procedimientos para actualizar y obtener las versiones de los modelos BIM, con un sistema de control de versiones para mantener un registro de modificaciones.

- Se crearán todos los modelos de las diferentes disciplinas en el software Revit.
- Se creará un proyecto en Autodesk BIM 360 con distintas carpetas
- Se invitará a los miembros del equipo si se asignará permisos, roles y responsabilidades.
- Se publicará los modelos de Revit en BIM 360
- Comentarios, revisiones y correcciones también se los hará en la plataforma autodesk 360

10.6 Confidencialidad y Seguridad

Se implementarán medidas de seguridad para proteger la confidencialidad de la información intercambiada y se requerirá que todas las partes firmen acuerdos de confidencialidad.

El bim manager será el encargado de restringir acceso a ciertos modelos y documentos en la plataforma Autodesk BIM 360

11 Plantilla de proyecto BIM (BIM Project Template)

11.1 Configuración del Modelo BIM	
Software a utilizar	Revit 2024
Unidad de medida	Sistema internacional
Sistema de coordenadas	UTM

11.2 Capas de Arquitectura			
Elemento	Descripción	Uso	Ejemplo
Paredes	Paredes: exteriores e interiores del edificio	Se modelan con el grosor adecuado y se clasifican según su material y función	Pared exterior Pared interior
Pisos	Distintos tipos de suelos, incluyendo suelos exteriores e interiores	Se modelan con el grosor adecuado y se clasifican según su material y acabado	Piso sala Piso baño Piso balcón
Techos	Cielos rasos, incluye techos interiores y exteriores	Se modelan por su geometría adecuada y se clasifican según el material y acabado	Techo sala Techo balcón
Mobiliario fijo	Armarios empotrados, muebles de cocina, estanterías etc	Se modelan con precisión y se clasifican según su función y ubicación en el edificio	Mobiliario armario principal Mobiliario closet Mobiliario cocina
Espacios (salas,	Diferentes espacios interiores del edificio,	Se modelan según su función y uso	Espacio sala estar Espacio dormitorio

dormitorios, cocinas)	como salas, dormitorios, cocinas		
-----------------------	----------------------------------	--	--

11.3 Capas de estructura			
Elemento	Descripción	Uso	Ejemplo
Columnas	Columnas estructurales del edificio	Se modelan con su forma y dimensiones y se clasifican por su dimensión	Col 30x30
Vigas	Vigas estructurales	Se modelan longitud, altura y ancho. Se clasifican por su dimensión y dirección	Viga X 0.30x0.45
Losas	Losas estructurales de los diferentes niveles	Se modelan por su espesor y tipo	Losa e=0.20 hormigón
Cimentaciones	Zapatas aisladas, combinadas, vigas de cimentación, losas de cimentación	Se modelan por su forma y dimensiones	Zapata simple 0,4x0,70 Zapata comb 1.20x0.80
Estructuras especiales	Diferentes espacios interiores del edificio, como salas, dormitorios, cocinas	Se modelan según su función y uso	Espacio sala estar Espacio dormitorio

11.4 Capas de MEP			
Elemento	Descripción	Uso	Ejemplo
Tubería PVC o cobre	Tuberías para transportar agua caliente o fría	Se modelan con su diámetro, accesorios y longitud en todas las áreas respectivas del proyecto.	PVC agua fría CU agua caliente
Tubería PVC o desagüe	Tuberías para transportar aguas residuales	Se modelan con su diámetro, accesorios y longitud en todas las áreas respectivas del proyecto.	PVC desagüe

12 Protocolo de Gestión de la Información de la Construcción

Actividad	Soporte
Estructura del Modelo BIM: Organización del modelo por niveles desde la planta baja hasta el nivel 6	Software Revit 2024
Flujo de trabajo y colaboración: Reuniones de coordinación semanal con el equipo multidisciplinario: arquitectos, ingenieros estructurales y MEP	- Autodesk BIM 360 - Google Meet
Control de versiones: Sistema de control de versiones para rastrear y registrar cambios en el modelo. Registro detallado de cada modificación, incluyendo fecha, autor y descripción del cambio.	Autodesk BIM 360

Entregables y documentación: Generación de planos detallados en formato digital, incluyendo planos de planta, cortes, elevaciones y detalles constructivos. Listas de materiales automáticas generadas a partir del modelo BIM, especificando cantidades y dimensiones. Visualizaciones en 3D	Software Revit 2024
Propiedades de elementos: Como material, color, etc.	Software Revit 2024
Lista de materiales y cantidades	Software Revit
Rastreo y documentar cambios en el modelo a lo largo del tiempo	- Autodesk BIM 360
Coordinación y Colaboración: Compartir y colaborar en el modelo entre los miembros del equipo. Establecer protocolos para la coordinación y sincronización de modelos entre disciplinas.	-Normativa ISO 19650 - Autodesk BIM 360

Entrega y Documentación:	Softwares a utilizar:
Entrega de Modelos:	Revit 2024
Planos detallados:	Microsoft Excel
- Se presentarán en formato digital en papel de tamaño estándar (A1 o A0) para una visualización clara y legible. - Cada plano estará etiquetado con un título que indique su contenido (planta, corte, elevación, detalle, etc.). - Se incluirá una leyenda en cada plano para explicar los símbolos y abreviaturas utilizados.	Autodesk BIM 360
Lista de materiales: - Las listas de materiales se presentarán en formato digital, preferiblemente en hojas de cálculo. - Cada lista de materiales estará separada por categorías (por ejemplo, materiales de construcción, acabados, equipos MEP, etc.). - Las listas de materiales se entregarán junto con los planos detallados para garantizar una comprensión completa de los materiales requeridos en cada fase del proyecto.	
Visualizaciones 3D: Las visualizaciones 3D se presentarán en formato digital. Se proporcionarán imágenes de alta resolución que muestren diferentes vistas del edificio, tanto exteriores como interiores.	

13 Plantilla de biblioteca de objetos BIM

Categorías	
Arquitectura	Paredes, puertas, ventanas, acabados, mobiliario
Estructuras	Columnas, vigas, losas, muros de carga, cimentaciones
MEP	Fontanería: tubería de agua potable, Tubería de desagüe, sanitarios y otros aparatos.

14 Protocolo de coordinación BIM

Este Protocolo de Coordinación BIM establece los procedimientos y herramientas que se utilizarán para la coordinación de la información entre las diferentes partes interesadas en el presente proyecto.

14.1 Roles y responsabilidades

- Director/Coordinador BIM: Será responsable de la coordinación general del proceso BIM, incluyendo la implementación del presente Protocolo, la facilitación de las reuniones de coordinación y la resolución de conflictos, además garantizará que el modelo BIM final sea preciso y completo.
- Arquitecto: El Arquitecto será responsable de proporcionar el modelo BIM arquitectónico y de garantizar que este cumpla con el LOD establecido.
- Ingeniero estructural: El Ingeniero estructural será responsable de proporcionar el modelo BIM estructural y de garantizar que este cumpla con el LOD requerido.
- Ingeniero MEP: El Ingeniero MEP será responsable de proporcionar el modelo BIM MEP (mecánica, eléctrica y fontanería) y de garantizar que este cumpla con los LOD requeridos.

14.2 Comunicación

- Se establecerán reuniones de coordinación BIM semanales para discutir el progreso del proyecto, identificar y resolver conflictos, y revisar los modelos BIM.

- Se utilizará un sistema de gestión de documentos en línea para compartir los modelos BIM y la información relacionada.
- Se utilizará un foro de comunicación en línea para discutir temas relacionados con el BIM y para hacer preguntas.

14.3 Formatos de archivo

- Los modelos BIM se entregarán en formato IFC (Industry Foundation Classes).
- La información relacionada con los modelos BIM se entregará en formato PDF o Excel.

14.4 Niveles de detalle (LOD)

El siguiente LOD se aplicarán a los modelos BIM en cada etapa del proyecto:

- **LOD 300 - Diseño detallado:** El modelo BIM debe representar la forma, dimensiones, ubicación y propiedades de todos los componentes del edificio.

14.5 Niveles de geometría (Level of Geometry - LOG)

Considerando la etapa de diseño detallado (LOD 300) se establece para el presente proyecto un nivel de geometría LOG 300 mediante el cual el modelo BIM debe representar la forma, dimensiones, ubicación y propiedades de todos los componentes del edificio, incluyendo elementos arquitectónicos, estructurales, MEP (mecánica, eléctrica y fontanería).

15 Requisitos de responsabilidad

15.1 Cliente

- Aprobar el modelo BIM en cada etapa del proyecto.
- Proporcionar información y datos precisos al equipo BIM.
- Tomar decisiones oportunas sobre los cambios en el modelo BIM.

15.2 BIM Manager

- Desarrollar y mantener estándares BIM.
- Gestionar infraestructura y software BIM.

- Coordinar revisiones y auditorías del modelo BIM.

15.3 Coordinador BIM

- Facilitar colaboración entre equipos.
- Coordinar reuniones y resolver conflictos.
- Gestionar y mantener modelo BIM.
- Supervisar calidad e integridad del modelo.

15.4 Modeladores BIM

- Desarrollar el diseño del proyecto en el modelo BIM.
- Revisar y aprobar el modelo BIM en cada etapa del proyecto.
- Proporcionar información y datos precisos al equipo BIM.
- Generar planos detalles constructivos y listados

16 Estándares de calidad

- Para el presente proyecto se propone el IFC (Industry Foundation Classes): Un estándar abierto desarrollado por BuildingSMART International para la representación e intercambio de información BIM.
- El diseño y la construcción deben cumplir con el 100% de las normativas y estándares locales, nacionales e internacionales aplicables. Como son la normativa de arquitectura y urbanismo, Norma Ecuatoriana de la Construcción, ISO 19650.

17 Análisis de Ciclo de Vida

El presente análisis tiene como objetivo describir el ciclo de vida de un proyecto de edificación de 6 niveles utilizando la metodología BIM, abarcando la planificación, diseño, la estimación de costos, tiempos de construcción y sostenibilidad.

17.1 Definición del Proyecto (Pre-diseño)

- Establecimiento de objetivos, alcance y requisitos del proyecto.
- Identificación de interesados y roles.

- Creación del modelo BIM inicial, incluyendo geometría básica y datos de la edificación.
- Definición de la estrategia de implementación BIM.

17.2 Diseño

- Desarrollo del modelo BIM detallado, incorporando arquitectura, ingeniería y construcción (AIC).
- Detección y resolución de conflictos de diseño en etapas tempranas.
- Extracción de planos, vistas 3D y documentación del proyecto.

17.3 Planificación y Costos

- Generación de cronogramas detallados de construcción utilizando el modelo BIM.
- Estimación precisa de costos mediante la vinculación de materiales y componentes al modelo.
- Identificación y optimización de secuencias de construcción

18 Eficiencia energética

- Análisis de la luz natural: Utilizar herramientas de simulación en BIM para analizar la disponibilidad y distribución de la luz natural en los diferentes espacios del edificio a lo largo del día y durante todo el año.
- Diseño orientado a la luz natural: Utilizar los resultados del análisis de iluminación natural para optimizar el diseño de los espacios interiores, maximizando la entrada de luz natural y minimizando la necesidad de iluminación artificial durante el día. Esto puede implicar ajustes en la distribución de espacios, la ubicación y tamaño de ventanas, y la selección de materiales de construcción que faciliten la difusión de la luz.
- Visualización y validación: Utilizar el modelo BIM para visualizar y validar el diseño orientado a la luz natural, permitiendo a los stakeholders comprender y evaluar el impacto de las decisiones de diseño en la iluminación de los espacios interiores.

19 Planificación del proyecto

- Modelado detallado del proyecto: Utilizar BIM para crear un modelo detallado del proyecto de construcción, que incluya todos los elementos arquitectónicos, estructurales y MEP (Mecánicos, Eléctricos y Plomería). Este modelo servirá como base para la planificación y coordinación de todas las etapas del proyecto.
- Planificación virtual del proyecto: Utilizar el modelo BIM para realizar una planificación virtual del proyecto, que incluya la secuencia de construcción, la asignación de recursos y la estimación de los tiempos de ejecución de cada actividad. Esto permitirá identificar posibles conflictos y cuellos de botella antes de que ocurran en el sitio de construcción.
- Simulación de construcción: Utilizar herramientas de simulación en BIM para simular la construcción del proyecto en un entorno virtual, identificando posibles problemas de logística, seguridad y acceso. Esto permitirá optimizar la secuencia de construcción y minimizar los tiempos muertos en el sitio de construcción.

20 Softwares a utilizar

- Revit
- Presto
- Project
- Microsoft Office
- Google meets
- Naviswork
- AutoCad
- Autodesk BIM 360
- Adobe acrobat
- Correo electrónico gmail

21 Seguridad

Todos los archivos, comunicaciones y coordinación estarán en una base centralizada de Autodesk BIM 360. A continuación, se detalla:

BIM manager: definirá y administrará los permisos de acceso para todos los miembros del equipo de proyecto. Tendrá acceso a todas las carpetas de la nube BIM 360, con la capacidad de administrar.

BIM Coordinador: coordinará el intercambio de datos entre los diferentes líderes de las disciplinas. Tendrá acceso a su carpeta y al de los líderes. Podrá administrar su carpeta, y eventualmente la de los líderes de las disciplinas, con previa consulta y aprobación del BIM manager y líder de la correspondiente disciplina. Esto lo podrá hacer siempre y cuando el jefe de cada disciplina tenga algún contratiempo justificado y que no pueda ejecutar su tarea.

Líderes de disciplina: tendrán la capacidad de administrar su disciplina y ver otras carpetas siempre y cuando se lo permita el BIM manager.

22 Conclusión

La aplicación de la metodología BIM en el diseño del edificio residencial de 6 niveles en Ambato ofrece una serie de beneficios clave, como una coordinación y colaboración más eficiente entre equipos, una visualización y planificación más precisa mediante modelos tridimensionales detallados, así como la detección temprana de conflictos entre disciplinas, una documentación más precisa y consistente, una optimización de recursos y costos gracias a una mejor estimación y análisis, así como una mejora en la gestión del tiempo mediante la simulación del cronograma de construcción (4D BIM). Aunque existen desafíos como la necesidad de capacitación y alineación entre los colaboradores, los beneficios de BIM posicionan este proyecto como un ejemplo destacado de cómo la tecnología puede impulsar la eficiencia y la calidad en la industria de la construcción.

Contrato de Trabajo para Líder estructural

CONTRATO DE TRABAJO

Entre:

CIVIL INNOVATE, con domicilio en Ambato, Calles Rio de Janeiro y Tucumán, representada en este acto por Ing. Pablo Vargas, en su calidad de BIM Manager, a quien en lo sucesivo se le denominará "EL EMPLEADOR".

Y:

Víctor Andrés Aguirre Mejía, con domicilio en Quito, con correo electrónico victor.aguirre@uisek.edu.ec, que desempeñará las funciones de Líder Estructural y a quien en lo sucesivo se le denominará "EL EMPLEADO".

ACUERDAN LO SIGUIENTE:

Objeto del Contrato: EL EMPLEADOR contrata los servicios de EL EMPLEADO como Líder Arquitectónico para el proyecto Diseño del Edificio residencial de 6 pisos "Mediterráneo".

Duración: Este contrato tendrá una duración indefinida, iniciando el 10 de mayo del 2024 y terminando solamente cuando el proyecto haya finalizado iniciando.

Responsabilidades:

Diseñar y supervisar todos los aspectos estructurales del proyecto.

Coordinar con los líderes de disciplinas arquitectónica y MEP.

Asegurar que los diseños estructurales cumplan con las normativas vigentes y los estándares de calidad.

Participar en reuniones de coordinación BIM.

Integrar y actualizar los modelos estructurales en el entorno BIM.

Colaborar en la resolución de conflictos de diseño y construcción.

Supervisar la producción de documentación y planos estructurales.

Implantar la metodología BIM en sus fases:

- 3D Diseño tridimensional
- 4D Cronograma de obra
- 5D costos y presupuesto

Horario de Trabajo: EL EMPLEADO trabajará los días jueves, viernes, sábado y Domingo desde las 6:00 pm hasta las 11:00 pm.

Remuneración: EL EMPLEADOR recompensará a EL EMPLEADO con un informe de sus actividades, el cual será entregada al cliente (UISEK).

Beneficios: EL EMPLEADO tendrá derecho a:

- Vacaciones por días feriados nacionales y locales.
- En caso de enfermedad, comprobada con un certificado médico legalizado por el instituto ecuatoriano de seguridad social IESS, podrá delegar temporalmente sus funciones al coordinador BIM o BIM manager, mientras dure su calamidad doméstica.
- Tendrá flexibilidad en el horario de trabajo, pudiendo laborar los días que mejor le convengan, siempre y cuando cumpla semanalmente con los requerimientos del empleador, y asista a las reuniones de trabajo.
- Podrá trabajar presencialmente en UISEK o remotamente; de acuerdo a sus posibilidades.
- Se le otorgará los softwares necesarios para realizar el trabajo.

Confidencialidad: EL EMPLEADO se compromete a mantener la confidencialidad de toda la información relacionada con el proyecto y la empresa.

Jurisdicción: Este contrato se regirá por las leyes de Ecuador.

Firmas:



BIM Manager y representante legal

EL EMPLEADOR

A handwritten signature in black ink, appearing to read "P. Aguirre", is written over a horizontal line.

Víctor Aguirre- Líder estructural

EL EMPLEADO



www.civilinnovate.com

Consultor	Consultor
Dirección	Dirección
Dirección	Dirección
Teléfono	Teléfono
Fax	Fax
Correo electrónico	Correo electrónico

Consultor	Consultor
Dirección	Dirección
Dirección	Dirección
Teléfono	Teléfono
Fax	Fax
Correo electrónico	Correo electrónico

[illegible]

UISEK
Edificio
Mediterraneo

Estructural

Número de proyecto	0001
--------------------	------

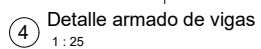
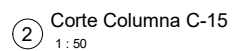
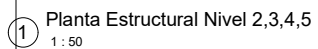
Fecha	Agosto 2024
-------	-------------

Dibujado por	Ing. Víctor Aguirre
--------------	---------------------

Comprobado por	Ing. Víctor Aguirre
----------------	---------------------

E.1

Escala	Como se indica
--------	----------------



Escala	Como se indica
--------	----------------