



FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL

Trabajo de fin de Carrera titulado:

Integración de la metodología BIM en el desarrollo del proyecto Edificio de uso mixto

NOVAHABITAT, ROL BIM MANAGER.

Realizado por:

Geofre Isaac Pinos Zapata

Coautor:

Elmer Muñoz

Director del proyecto:

Ing. Mgtr. Pablo Tiberio Vásquez Quiroz

Como requisito para la obtención del título de:

MAGISTER EN GERENCIA DE PROYECTOS BIM

QUITO, 11 septiembre del 2025

DECLARACIÓN JURAMENTADA

Yo, Geofre Isaac Pinos Zapata, con cédula de identidad No. 0202464459, 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.

Geofre Isaac Pinos Zapata

C.I.: 0202464459

DECLARACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS

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

Ing. Mgtr. Pablo Tiberio Vásquez Quiroz

C.I.: 1706865951

LOS PROFESORES INFORMANTES:

Arq. Manuel Alberto del Villar Alburquerque

Arq. Gustavo Francisco Vásquez Andrade

Después de revisar el trabajo presentado lo han calificado como apto para su defensa oral ante el tribunal examinador.

Arq. Gustavo Francisco
Vásquez Andrade

Arq. Manuel Alberto
del Villar Alburquerque

QUITO, 11 septiembre del 2025

Título del trabajo de titulación

Por

Geofre Isaac Pinos Zapata

Agosto 2025

Aprobado:

Pablo T. Vásquez Q. Tutor

Violeta C. Rangel R., Inicial, presidente del Tribunal

Manuel A. del Villar A., Inicial, Miembro del Tribunal

Gustavo F. Vásquez A., Inicial, Miembro del Tribunal

Aceptado y Firmado: _____ 11, 09, 2025
Manuel A. del Villar A.

Aceptado y Firmado: _____ 11, 09, 2025
Gustavo F. Vásquez A., Inicial,

Aceptado y Firmado: _____ 11, 09, 2025
Pablo T. Vásquez Q.

_____ 11, 09, 2025

Violeta C. Rangel R.

Presidente(a) del Tribunal

Universidad Internacional SEK

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.

Geofre Isaac Pinos Zapata

C.I.: 0202464459



DEDICATORIA

Para mis padres que siempre han creído y han puesto mis estudios y sueños como prioridad, ellos me motivan a creer en mí mismo y a seguir adelante con el fin de ser una persona íntegra y con las herramientas necesarias en mi vida profesional.

A mis hermanos y a todas las personas que forman parte de mi vida o han puesto fe en mí ya que ellos son el apoyo fundamental en cada paso que doy y supieron impulsarme en cada momento difícil.



AGRADECIMIENTO

A mi madre, nada de lo que soy o llegue a lograr no sería posible sin ella; a mi familia cada uno de ellos me ha ayudado a formarme y alcanzar mis objetivos.

A mis profesores y compañeros que me ayudaron y fueron parte fundamental del proceso educativo. Gracias por sus enseñanzas y esfuerzo.

Glosario

- **BIM (Building Information Modeling):** Metodología de trabajo colaborativa basada en modelos digitales con información integrada, utilizada para la planificación, diseño, construcción y operación de proyectos de construcción.
- **BEP (BIM Execution Plan):** Plan de Ejecución BIM que establece las estrategias, responsabilidades, entregables, herramientas y flujos de trabajo necesarios para implementar la metodología BIM en el proyecto.
- **EIR (Exchange Information Requirements):** Requisitos de Intercambio de Información definidos por el cliente, que especifican qué información se debe entregar, en qué formato, con qué nivel de detalle y en qué momento.
- **CDE (Common Data Environment):** Entorno Común de Datos utilizado para almacenar, gestionar y compartir la información del proyecto en un único repositorio digital. En el proyecto se empleó Autodesk Construction Cloud.
- **LOD (Level of Development):** Nivel de Desarrollo que define el grado de precisión geométrica y de información de un elemento del modelo BIM. Va desde LOD 100 (conceptual) hasta LOD 500 (as-built).
- **LOI (Level of Information):** Nivel de Información que representa el grado de detalle no gráfico (atributos, parámetros, propiedades) asignado a los elementos del modelo.
- **LOIN (Level of Information Need):** Combinación del nivel de desarrollo geométrico y del nivel de información necesario según los requerimientos del proyecto.
- **IFC (Industry Foundation Classes):** Formato abierto y neutral para el intercambio de modelos BIM entre diferentes plataformas de software.

- **MIDP (Master Information Delivery Plan):** Plan Maestro de Entregas de Información que consolida los entregables de todas las disciplinas a lo largo de las distintas fases del proyecto.
- **IDP (Information Delivery Plan):** Plan Detallado de Entregas de Información que desglosa el MIDP en actividades específicas con fechas, responsables y productos esperados.
- **ACC (Autodesk Construction Cloud):** Plataforma digital utilizada como Entorno Común de Datos (CDE) para colaboración, coordinación y control documental en la nube.
- **RVT:** Extensión nativa de los archivos del software Autodesk Revit donde se realiza el modelado BIM.
- **NWD / NWC:** Formatos de archivo utilizados por Autodesk Navisworks. NWD es el archivo federado listo para revisión, y NWC es el archivo generado automáticamente desde Revit para coordinación.
- **WIP (Work In Progress):** Estado de trabajo en progreso. Representa una fase preliminar del modelo no apta aún para ser compartida con otras disciplinas.
- **ISO (International Organization for Standardization):** Organización encargada de establecer normas técnicas internacionales. En el contexto BIM, se aplica la serie ISO 19650.
- **EPD (Environmental Product Declaration):** Declaración Ambiental de Producto que especifica el impacto ambiental de un producto de construcción a lo largo de su ciclo de vida.
- **MEP (Mechanical, Electrical and Plumbing):** Disciplinas correspondientes a instalaciones mecánicas, eléctricas y sanitarias.
- **ARQ:** Abreviatura para la disciplina de Arquitectura.

- **EST:** Abreviatura para la disciplina de Estructura.
- **COO:** Coordinación. Proceso de integración y revisión cruzada entre modelos de diferentes disciplinas.
- **MNG:** Gestión. Se refiere a los documentos y procesos de planificación y control del proyecto.
- **Modelo federado:** Modelo integrado que contiene la unión de los modelos disciplinares (ARQ, EST, MEP), utilizado para coordinación y revisión de interferencias.
- **Clash Detection:** Proceso de detección de interferencias entre elementos de diferentes disciplinas mediante software especializado como Navisworks.
- **Plantilla .RTE:** Archivo base en Revit que contiene configuraciones iniciales como estilos de vista, familias, parámetros y estructura de navegador.
- **Parámetros compartidos:** Atributos definidos externamente y aplicados a múltiples familias en Revit para garantizar consistencia informativa.
- **Flujo de trabajo BIM:** Conjunto de procesos secuenciales que guían la producción, validación y entrega de información bajo metodología BIM.
- **Protocolos de coordinación:** Procedimientos formales establecidos para la revisión y aprobación de modelos entre disciplinas.
- **Revisión técnica:** Proceso de validación técnica del modelo en cuanto a geometría, nomenclatura, interferencias y cumplimiento del BEP.
- **Simulación 4D:** Asociación del modelo BIM con el cronograma del proyecto para simular el proceso constructivo en el tiempo.
- **Presupuesto 5D:** Estimación de costos integrada al modelo BIM, permitiendo un control financiero más preciso y visual.

- **Gestión documental:** Organización y control sistemático de la información del proyecto, incluyendo versiones, nombres de archivos y trazabilidad.
- **Acta de traspaso:** Documento formal que registra el cambio de funciones y responsabilidades entre miembros del equipo.
- **Auditoría de modelos:** Evaluación sistemática del cumplimiento del modelo con los estándares definidos en el BEP, EIR y protocolos técnicos.
- **Matriz de interferencias:** Documento que clasifica, prioriza y asigna responsables a los conflictos detectados en el modelo federado.
- **Model Checker:** Herramienta digital que permite revisar y validar automáticamente el modelo según criterios predefinidos.

Resumen

El presente trabajo de titulación expone el proceso de implementación de la metodología BIM en la planificación del proyecto Edificio de uso mixto NOVAHABITAT, ubicado en la ciudad de Puyo, Ecuador. Considerando la complejidad técnica, las condiciones ambientales del entorno y la necesidad de una coordinación efectiva entre disciplinas, el equipo de trabajo adoptó BIM como herramienta estratégica para estructurar, gestionar y optimizar la información técnica desde las fases iniciales.

La planificación se realizó bajo los lineamientos de la norma ISO 19650 y documentos clave como el EIR (Requisitos de Información del Cliente) y el BEP (Plan de Ejecución BIM), permitiendo alinear expectativas, establecer flujos de trabajo colaborativos y garantizar la trazabilidad de la información. Según Eastman et al. (2011), BIM no solo mejora la coordinación técnica, sino que permite visualizar el proyecto de forma integral y anticipar posibles problemas antes de su construcción.

Asimismo, la incorporación de BIM en la planificación del proyecto permitió optimizar la toma de decisiones y fortalecer la sostenibilidad, coherente con lo planteado por Smith (2014), quien destaca que BIM facilita la integración de criterios ambientales y de eficiencia desde etapas tempranas del diseño.

Este trabajo refleja la experiencia del equipo en la integración de BIM como eje fundamental de la planificación de NOVAHABITAT, demostrando que su aplicación estructurada permite reducir riesgos, optimizar resultados y consolidar procesos de diseño y construcción más eficientes y sostenibles.

Palabras clave: BIM, planificación de proyectos, coordinación interdisciplinaria, ISO 19650, sostenibilidad.

Abstract

This thesis presents the implementation process of the Building Information Modeling (BIM) methodology in the planning of the mixed-use building project NOVAHABITAT, located in Puyo, Ecuador. Considering the technical complexity, the environmental conditions of the site, and the need for effective multidisciplinary coordination, the project team adopted BIM as a strategic tool to structure, manage, and optimize technical information from the early stages.

The planning process followed the guidelines of ISO 19650 and incorporated key documents such as the Employer's Information Requirements (EIR) and the BIM Execution Plan (BEP), which allowed the alignment of expectations, the definition of collaborative workflows, and ensured information traceability. As highlighted by Eastman et al. (2011), BIM improves technical coordination and enables project teams to visualize and solve potential problems before construction begins.

Additionally, the integration of BIM contributed to more informed decision-making and reinforced sustainability, aligning with Smith (2014), who emphasizes that BIM facilitates the incorporation of environmental and efficiency criteria early in the design process.

This work reflects the team's experience in integrating BIM as a fundamental element in the planning of NOVAHABITAT, demonstrating that its structured application reduces risks, optimizes results, and consolidates more efficient and sustainable design and construction processes.

Keywords: BIM, project planning, interdisciplinary coordination, ISO 19650, sustainability

Tabla de Contenidos

Lista de Figuras	17
Capítulo 1	1
Introducción.....	1
Descripción del proyecto	1
Contexto del proyecto.....	2
Argumentación y alcance	3
Justificación.....	5
Problemática	6
Capítulo 2	7
Marco teórico.....	7
BIM como herramienta de gestión integral en proyectos de edificación.	7
Planificación de proyectos de construcción en entornos BIM.....	8
La importancia de la coordinación interdisciplinaria en entornos BIM.	9
BIM y sostenibilidad: hacia una construcción más eficiente y responsable.....	9
Metodología.....	10
Objetivo general	10
Objetivos específicos.....	10
Resultados esperados.....	10
Capítulo 3	11
BEP: BIM Execution Plan.....	11
Alcance y enfoque BIM del equipo de trabajo.	11
Implementación de la metodología BIM	11
Protocolos y documentación.....	12
Control de cumplimiento y plazos de entrega	13

Seguridad de datos y transparencia.....	14
Alcance de las actividades	15
Seguridad de datos y transparencia.....	15
Usos BIM aplicados según el EIR.....	16
Información del proyecto.....	18
Hitos relevantes	19
Organigrama del equipo de trabajo.....	19
Roles y responsabilidades.....	20
Niveles de detalle por elemento (LOD).....	22
Introducción al Plan de Ejecución BIM (BEP)	22
Referencias	23
Definiciones	24
Acrónimos.....	26
Plan de Ejecución BIM.....	28
Objetivo General.....	28
Objetivos Específicos	28
Información General del Proyecto.....	30
Descripción del proyecto	31
Justificación del Enfoque BIM	31
Herramientas para el desarrollo	32
Niveles de Desarrollo	32
Partes interesadas.....	33
Contactos y Requisitos de Responsabilidad	34
Matriz de Comunicación y Flujo de Información.....	36
Flujo general de trabajo	37

Etapas del Flujo General de Trabajo en NOVA HABITAT.....	38
Flujo de usos BIM	39
Recursos del Equipo	40
Recursos del Equipo según Usos BIM	40
Flujos de trabajo para diseño de especialidades	42
Flujo de trabajo modelado arquitectónico	42
Flujo de trabajo modelado estructural	43
Flujo de trabajo modelado MEP	44
Coordinación de Modelos y Detección de Interferencias e Incompatibilidades	45
Flujo de Coordinación y Clash Detection – NOVA HABITAT.....	46
Clasificación de Interferencias	46
Planificación de fases y cronograma	46
Fases del Proyecto y Actividades BIM.....	47
Herramientas de Planificación Utilizadas	47
Estimación de Cantidades y Costos (BIM 5D).....	48
Procedimiento de Estimación de Cantidades y Costos en NOVA HABITAT ...	48
Criterios de Costeo y Estructura de Datos	49
Ejemplo de Estructura de Presupuesto 5D – Proyecto NOVA HABITAT	49
Parámetros BIM Vinculados (Revit/Presto)	50
Flujo de simulación de programación – 4D.....	51
Flujo de revisión presupuesto – 5D	52
Estructura de Desglose del Proyecto	53
Desglose por Disciplinas y Submodelos	53
Desglose por Niveles y Zonas	54
Organización para Coordinación	54

Estructura de trabajo por disciplina	54
Arquitectura (ARQ)	55
Estructuras (EST).....	55
MEP – Instalaciones (MEP-E, MEP-S, MEP-HS)	55
Coordinación (COO)	56
Requerimientos de Intercambio de Información	56
Normas de información	57
Convenciones de nomenclatura	57
Nomenclatura de Archivos	58
Formato:.....	58
Ejemplo:.....	58
Abreviaturas de disciplinas.....	58
Nomenclatura de vistas en Revit	58
Códigos designados	59
Estrategias de Mejora de Modelos	59
Estrategia de federación.....	60
Georreferenciación	60
Organización de archivos	61
Gestión del tamaño de los archivos	61
Otras medidas:	62
Procedimientos de Colaboración	62
Sistema de gestión documental (EDMS).....	62
Entorno Común de Datos (CDE).....	63
Plataformas y formatos aceptados	63
Procedimientos de Producción e Intercambio	64

Requisitos de formatos	64
Documentos y entregables por hitos	65
Coordinación.....	66
Tipos de pruebas	66
Clasificación de interferencias.....	67
Protocolo de coordinación y calidad.....	67
Tolerancias y estándares de revisión	68
Auditoría y Control de Calidad	68
Model Checker (Revit)	69
Revisión de interferencias (Navisworks).....	70
Revisión de vínculos.....	71
Informes de auditoría.....	71
Federación interdisciplinar	71
Entregables Finales y Gestión de Información.....	72
Protocolo de coordinación	72
Etapas del Protocolo	73
Flujo de Revisión y Aprobación	74
Estados de Revisión y Comentarios	74
Ubicación de Archivos Revisados dentro del CDE.....	74
Prioridades de Modelos	75
Diseño de Pruebas de Coordinación.....	75
Matriz de Colisiones Detallada.....	76
Tolerancias de Coordinación por Tipo de Elemento	76
Diseño de pruebas:.....	77
Matriz de interferencias detallada.....	78

Hitos de coordinación	78
Georreferenciación de modelos	79
Normas básicas de manejo de intercambio de información	80
Matriz de intercambio de información	82
Estrategia de organización de archivos.....	83
Estrategia de gestión del tamaño de los archivos	83
Cronograma 4D, Presupuesto 5D	84
Cronograma 4D	84
Presupuesto 5D	85
Matriz de colisiones	85
Firma y Archivo.....	88
Entregables y Gestión de Información Final	88
Entregables Generales del Proyecto	88
Entregables Específicos según Roles.....	88
Entregables según Objetivos del proyecto.....	89
Conclusión.....	89
Recomendaciones	90
Capítulo 4	91
Introducción al Rol del BIM Manager	91
Definición académica del rol	91
Contexto del proyecto NOVAHABITAT	92
Importancia del rol en entornos colaborativos BIM.....	93
Transición Profesional y Contexto de Cambio de Rol	94
Rol inicial como Líder de Arquitectura	94
Motivos del cambio y acta de traspaso	95

Duración, etapas y evolución del proceso	96
Contraste entre funciones anteriores y actuales.....	97
Impacto en el equipo y adaptación	98
Retos personales, técnicos y organizacionales	98
Evaluación crítica de la transición.....	99
Funciones del BIM Manager en NOVAHABITAT	99
Implementación del EIR y del BEP	100
Gestión del Entorno Común de Datos (CDE).....	101
Supervisión de modelos y entregables.....	103
Estandarización, calidad y cumplimiento ISO 19650.....	104
Documentos y Herramientas Elaboradas.....	105
EIR, BEP y protocolo de coordinación.....	105
Manuales de estilo y nomenclatura.....	106
Plantillas base (.RTE) y documentos de control.....	108
Actas de revisión, matrices de cumplimiento y flujos de aprobación	109
Gestión Operativa del Proyecto	110
Flujo de trabajo diario.....	111
Coordinación de reuniones y seguimiento.....	112
Herramientas utilizadas (Revit, ACC, Presto, etc.)	113
Supervisión de entregas por fases.....	114
Retos Técnicos y Humanos Durante el Proceso	116
Interferencias técnicas y resolución.....	116
Manejo de conflictos internos.....	117
Adaptaciones técnicas y reestructuración de entregables	117
Gestión de la renuncia del Líder de Estructura y su impacto organizativo	118

Control de riesgos	120
Medios de Comunicación, Plan de Contingencia y Organización de Entregables.....	121
Canales de comunicación formal e informal	121
Plan de contingencia ante bajas o retrasos.....	122
Asignación de tareas, estructura del equipo y cronograma de entregas	123
Evaluación del Desempeño del Equipo y del Proceso	124
Indicadores de mejora.....	125
Evaluación interna de resultados	126
Retroalimentación y aprendizajes compartidos	127
Aportes Estratégicos del Rol del BIM Manager.....	128
Impacto en eficiencia, calidad y tiempos.....	128
Formalización de procesos	129
Integración técnica y organizativa del equipo	130
Reflexión Profesional sobre el Rol y su Evolución.....	131
Lecciones personales y profesionales	131
Habilidades adquiridas.....	132
Proyección futura del rol y del proyecto.....	133
Conclusiones del Capítulo	134
Síntesis de hallazgos	134
Evaluación del valor agregado del rol	135
Recomendaciones para futuros proyectos BIM en Ecuador.....	135
Bibliografía.....	137

Lista de Figuras

Ilustración 1 Render referencial del proyecto	2
Ilustración 2 Ubicación del proyecto.....	3
Ilustración 3 Ilustración 3 Importancia de la metodología BIM	4
Ilustración 4 Anexos de los documentos	18
Ilustración 5 Organización del equipo INNOBIM	19
Ilustración 6 Herramientas para el desarrollo BIM del proyecto	32
Ilustración 7 Informe de interferencias.....	45
Ilustración 8 Programación 4D y 5D vinculadas al modelo federado.....	49
Ilustración 9 Matriz de intercambio de información	57
Ilustración 10 Documentos base de protocolos	60
Ilustración 11 Informes de coordinación generados interdisciplinares	66
Ilustración 12 Model checker arquitectura	69
Ilustración 13 Model checker estructura	69
Ilustración 14 Model checker MEP	70
Ilustración 15 Organización del CDE.....	75
Ilustración 16 Presupuesto 5D.....	85
Ilustración 17 Diagrama de la transición de roles	95
Ilustración 18 Documentos de validación del rol	97
Ilustración 19 Rol dentro del equipo	100
Ilustración 20 Diagrama del sistema de gestión de la información.....	102
Ilustración 21 Gestión de permisos del ACC	102
Ilustración 22 Nomenclatura usada en la gestión de archivos.....	107
Ilustración 23 Documentos de apoyo para la gestión de información.....	108
Ilustración 24 Incidencias y gestión de las interferencias	110

Ilustración 25 Reuniones y seguimiento de entregables.....	113
--	-----

Capítulo 1

Introducción

La metodología BIM (Building Information Modeling) se ha consolidado como una herramienta clave para la optimización del diseño, planificación y toma de decisiones en proyectos constructivos, permitiendo una gestión precisa de la información desde las fases iniciales. En este contexto, el presente trabajo de titulación aplica dicha metodología para analizar y seleccionar la mejor alternativa de sistema de fachada en el proyecto Edificio Multifuncional NOVA HABITAT, ubicado en la ciudad de Puyo, Ecuador. Este proyecto de uso mixto integra espacios residenciales, comerciales y áreas comunes, por lo que la elección del sistema de envolvente resulta estratégica tanto en términos técnicos como económicos.

Descripción del proyecto

El proyecto NOVA HABITAT es un desarrollo de uso mixto que combina espacios residenciales, comerciales y de servicios comunitarios en una estructura multifuncional de mediana altura. Se localiza en la ciudad de Puyo, provincia de Pastaza, Ecuador, en un entorno urbano consolidado que demanda soluciones arquitectónicas sostenibles y funcionales. Con una superficie total de construcción de 1.485 m², el edificio ha sido concebido bajo un enfoque de eficiencia operativa y aprovechamiento óptimo del suelo urbano, incorporando unidades habitacionales tipo estudio y suite, locales comerciales, áreas de uso común, parqueaderos y espacios técnicos.

La propuesta arquitectónica considera criterios de orientación solar, ventilación cruzada y accesibilidad universal, integrando soluciones pasivas y activas para el confort térmico y acústico. Desde su fase de anteproyecto, la edificación fue modelada utilizando plataformas BIM, lo que permitió una coordinación precisa entre las disciplinas de

arquitectura, estructura e instalaciones MEP. Uno de los objetivos principales del proyecto es la evaluación comparativa de sistemas de fachada con base en parámetros constructivos, económicos, energéticos y de mantenimiento, siendo este el eje central del presente trabajo. La metodología empleada permitió simular el comportamiento técnico de cada solución y cuantificar su impacto en los costos globales del proyecto, lo que garantiza una toma de decisiones informada y alineada con los requerimientos del cliente y las normativas vigentes.



Ilustración 1 Render referencial del proyecto

Contexto del proyecto

El proyecto NOVA HABITAT se emplaza en la ciudad de Puyo, cantón Pastaza, en la región amazónica del Ecuador. La propuesta se desarrolla en un predio urbano localizado en una intersección estratégica entre **las calles**, una zona de expansión residencial y comercial con infraestructura vial consolidada y disponibilidad de servicios básicos. La topografía del terreno es predominantemente plana, con una leve pendiente que facilita el drenaje pluvial y permite un diseño eficiente de cimentaciones superficiales. La clasificación del suelo, de acuerdo con el Plan de Ordenamiento Territorial (PDOT) y las ordenanzas municipales vigentes, es de uso múltiple

(residencial-comercial), con coeficientes de ocupación que permiten una edificación de hasta cinco niveles sobre planta baja.



Ilustración 2 Ubicación del proyecto

Desde el punto de vista ambiental, el proyecto se ubica en una zona con alto índice de pluviosidad y humedad relativa, lo que exige considerar sistemas constructivos de envolvente que respondan adecuadamente a estas condiciones climáticas, favoreciendo la durabilidad de materiales, el confort higrotérmico interior y la eficiencia energética. Esta ubicación geográfica condiciona directamente la elección del sistema de fachada, ya que se requiere una solución técnica que minimice patologías por humedad, garantice aislamiento acústico, y reduzca el mantenimiento a largo plazo. Por tanto, el análisis contextual se convierte en un insumo determinante para la toma de decisiones dentro del modelo BIM aplicado al diseño y selección de la envolvente del edificio.

Argumentación y alcance

La implementación de la metodología BIM en el proyecto NOVA HABITAT constituye una estrategia fundamental para garantizar una toma de decisiones informada,

coordinada y basada en datos precisos desde la etapa de diseño. En proyectos de uso mixto localizados en zonas con condiciones climáticas exigentes como Puyo, donde predominan la alta pluviosidad, la humedad relativa y temperaturas constantes, el diseño de la envolvente adquiere un carácter crítico. En este contexto, BIM permite no solo una coordinación eficiente entre disciplinas, sino también la integración de análisis ambientales que aportan criterios de confort y eficiencia al proceso proyectual.

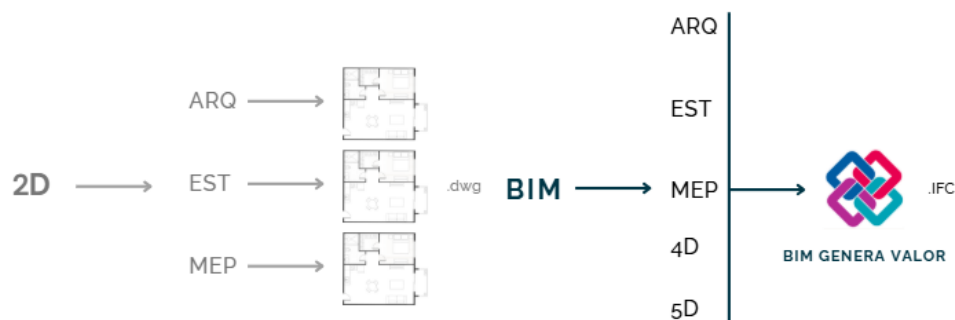


Ilustración 3 Importancia de la metodología BIM

Dentro del alcance de este estudio, se ha empleado el modelo BIM para realizar simulaciones de trayectoria solar, determinando el comportamiento de la radiación a lo largo del año y su impacto en las fachadas. Esto permitió optimizar la orientación y composición de la envolvente, reduciendo ganancias térmicas no deseadas y mejorando el desempeño energético pasivo del edificio. A su vez, se realizaron análisis climatológicos y de iluminación natural utilizando herramientas como Autodesk Insight y plugins especializados, lo cual permitió proponer soluciones constructivas que mejoran la iluminancia de los espacios interiores y reducen la dependencia de iluminación artificial durante el día.

Además, se incorporaron estrategias de confort térmico pasivo ajustadas a la realidad climática de Puyo, como el uso de materiales con inercia térmica adecuada,

protección solar, ventilación cruzada controlada y elementos de control higrotérmico en los sistemas de cerramiento. Estas estrategias fueron evaluadas comparativamente mediante simulaciones dentro del entorno BIM, relacionando aspectos técnicos con criterios de eficiencia energética, sostenibilidad y viabilidad constructiva.

En conjunto, el alcance del proyecto BIM no se limita únicamente al modelado geométrico y coordinación técnica, sino que se extiende a la evaluación multicriterio de alternativas de fachada, vinculando diseño, ambiente, costos y planificación dentro de una plataforma integral que permite entregar soluciones coherentes con los requerimientos del proyecto y los desafíos del entorno

Justificación

La decisión de implementar la metodología BIM en el proyecto NOVA HABITAT responde a la necesidad de abordar de forma integral y coordinada el diseño y análisis técnico de su sistema de fachada, considerado un elemento constructivo clave en términos de eficiencia energética, confort térmico y desempeño ambiental. En un contexto climático como el de Puyo, caracterizado por una alta humedad relativa, elevada pluviosidad y temperatura constante, la envolvente arquitectónica requiere responder no solo a criterios estéticos y estructurales, sino también a exigencias de protección climática, durabilidad y eficiencia operativa.

El uso de BIM en este proyecto permite modelar, simular y comparar con una alternativa de fachada, integrando datos de geometría, comportamiento térmico, iluminación natural, costos y tiempos de instalación en un entorno colaborativo. Estas capacidades han sido estructuradas conforme a los lineamientos definidos en el EIR (Employer's Information Requirements) del proyecto, el cual establece los objetivos de información, los usos BIM aplicables, el nivel de desarrollo (LOD), los estándares de

calidad, y los entregables requeridos. Este documento guía la generación y gestión de la información técnica durante el ciclo de vida del proyecto, garantizando trazabilidad, cumplimiento normativo y alineación con los intereses del cliente.

La metodología también facilita la detección temprana de conflictos, la estandarización de procesos de modelado, y la automatización de tareas vinculadas al análisis de desempeño, como simulaciones de iluminación natural y eficiencia energética. Gracias a esto, es posible seleccionar un sistema de envolvente que maximice la relación costo-beneficio, minimice el mantenimiento y contribuya a mejorar la calidad ambiental interior del edificio.

En resumen, BIM no solo proporciona una plataforma de coordinación técnica, sino que se convierte en una herramienta estratégica de análisis para tomar decisiones basadas en datos, alineadas al EIR del proyecto y a los objetivos de sostenibilidad, confort y optimización de recursos definidos desde la etapa inicial de diseño.

Problemática

El proyecto NOVA HABITAT plantea un reto técnico y metodológico vinculado a la selección del sistema de fachada más adecuado para un edificio de uso mixto emplazado en condiciones climáticas particulares, como las de la ciudad de Puyo. El cliente ha establecido desde el inicio del proceso una serie de requerimientos explícitos en el documento EIR, en los que se definen los objetivos generales del proyecto, los entregables digitales, los niveles de desarrollo (LOD), los usos BIM a implementar, y las expectativas de desempeño técnico, ambiental y económico de la envolvente.

Ante estos requerimientos, surge la necesidad de desarrollar un BEP (Plan de Ejecución BIM) que articule de forma estructurada las estrategias de diseño, modelado, coordinación y análisis que permitan dar respuesta a las exigencias planteadas en el EIR.

El desafío principal radica en evaluar comparativamente una solución constructiva para la fachada, considerando múltiples variables: eficiencia térmica, durabilidad, costos directos e indirectos, tiempos de instalación, mantenimiento futuro y comportamiento frente al clima local.

El problema no se limita únicamente a la selección del material o sistema constructivo, sino que implica integrar dicha elección dentro de un proceso BIM que asegure coherencia técnica entre disciplinas, trazabilidad de la información, interoperabilidad entre plataformas, y cumplimiento de normativas y estándares de calidad. Esto exige una gestión eficiente de la información y una coordinación rigurosa entre los actores del proyecto, lo cual refuerza la necesidad de adoptar flujos de trabajo colaborativos, protocolos claros, y plataformas de análisis que permitan evaluar objetivamente el impacto de cada alternativa.

En consecuencia, el presente estudio aborda el problema desde una perspectiva metodológica, proponiendo el uso de BIM como herramienta integral para la evaluación de envolventes arquitectónicas, estructurada a partir del EIR y consolidada mediante la elaboración y aplicación de un BEP específico para el proyecto NOVA HABITAT

Capítulo 2

Marco teórico.

BIM como herramienta de gestión integral en proyectos de edificación.

La metodología BIM ha transformado la manera de crear, diseñar, planificar y ejecutar proyectos de construcción en todo el mundo. A diferencia de los métodos tradicionales, BIM permite centralizar la información técnica, gráfica y documental en un entorno digital colaborativo, facilitando la toma de decisiones, la coordinación interdisciplinaria y el control de los procesos constructivos (Eastman, 2011).

Diversos autores y estudios coinciden en que BIM no debe entenderse únicamente como un software, sino como una metodología integral que abarca personas, procesos y tecnología, y que impacta positivamente en la eficiencia y sostenibilidad de los proyectos (Smith, 2014; López, 2021). En este sentido, la correcta implementación de BIM en las primeras etapas de un proyecto contribuye a minimizar errores, optimizar recursos y mejorar la calidad de los resultados.

En el caso del proyecto Edificio de uso mixto NOVAHABITAT, se optó por aplicar BIM como eje estratégico desde la fase de planificación, con el objetivo de estructurar la información técnica, coordinar equipos de trabajo y garantizar que las decisiones de diseño y construcción se basen en datos precisos y actualizados.

Planificación de proyectos de construcción en entornos BIM.

La planificación es una de las fases más críticas en cualquier proyecto constructivo. La falta de coordinación entre disciplinas, los errores de diseño no detectados a tiempo y la escasa trazabilidad de la información son algunas de las causas frecuentes de sobrecostos y retrasos en obra (Morales, 2019).

BIM ofrece una alternativa eficaz para superar estas limitaciones al permitir la planificación virtual del proyecto antes de su ejecución física. La utilización de modelos 3D coordinados y simulaciones 4D permite identificar interferencias, optimizar la secuencia constructiva y anticipar problemáticas que, de otra forma, solo se llegan a verificar en obra.

En el proyecto NOVAHABITAT, esta capacidad de planificación anticipada se potenció mediante la elaboración de documentos clave como el EIR (Requisitos de Información del Cliente) y el BEP (Plan de Ejecución BIM), los cuales definieron los flujos de trabajo, los estándares de calidad y los niveles de detalle requeridos en cada etapa.

La importancia de la coordinación interdisciplinaria en entornos BIM.

Uno de los principios fundamentales de la metodología BIM es la integración y coordinación efectiva entre las distintas disciplinas involucradas en el proyecto: arquitectura, estructura, instalaciones MEP, entre otras. Esta coordinación se logra a través de modelos federados que permiten visualizar el proyecto de forma integral y detectar posibles interferencias antes de la construcción (Sacks et al., 2018).

La detección temprana de colisiones mediante BIM reduce significativamente los conflictos en obra, optimiza los tiempos de ejecución y mejora la calidad final del proyecto. En NOVAHABITAT, la implementación de procesos de coordinación periódicos, el uso de herramientas como Navisworks Manage y la gestión de información en el Entorno Común de Datos (CDE) son clave para lograr este nivel de integración.

BIM y sostenibilidad: hacia una construcción más eficiente y responsable.

Más allá de los beneficios técnicos y organizativos, BIM se ha consolidado como una herramienta que contribuye a la sostenibilidad en los proyectos de construcción. Al permitir simular el comportamiento energético, optimizar el uso de materiales y planificar de forma eficiente los procesos constructivos, BIM facilita la toma de decisiones que minimizan el impacto ambiental de las edificaciones (Smith, 2014).

La aplicación de BIM en proyectos de mediana escala en Ecuador no solo mejora la eficiencia técnica, sino que permite incorporar criterios de sostenibilidad de manera práctica y medible. En el caso de NOVAHABITAT, estas estrategias se materializaron en la selección responsable de materiales, el análisis de eficiencia energética y la optimización de procesos constructivos, en coherencia con los objetivos planteados en el EIR y el BEP.

Metodología

Objetivo general

Aplicar la metodología BIM para analizar y seleccionar la alternativa más eficiente de sistema de fachada para el proyecto NOVA HABITAT, integrando variables técnicas, económicas, climáticas y de confort, en respuesta a los requerimientos definidos en el EIR y conforme a los flujos establecidos en el BEP del proyecto

Objetivos específicos

- Desarrollar modelos BIM multidisciplinarios (Arquitectura, Estructura, MEP) con niveles de detalle progresivos (LOD 300–350) que permitan evaluar el sistema de envolvente en condiciones reales del sitio.
- Aplicar simulaciones de análisis solar, iluminación natural y comportamiento térmico pasivo para determinar el desempeño ambiental de cada alternativa de fachada.
- Vincular los modelos BIM al cronograma de obra (4D) y al presupuesto (5D), permitiendo evaluar el impacto de cada solución en el tiempo y en los costos del proyecto.
- Coordinar los modelos mediante procesos de detección de interferencias (clash detection) y auditoría técnica, garantizando la viabilidad constructiva de la alternativa seleccionada.
- Sistematizar la información generada en el entorno común de datos (CDE), aplicando protocolos definidos en el BEP y asegurando la trazabilidad y calidad de los entregables

Resultados esperados

- Generación de un modelo federado que permita la evaluación comparativa de al menos tres alternativas de sistemas de fachada, considerando parámetros técnicos, estéticos, económicos y de sostenibilidad.

- Elaboración de simulaciones de desempeño ambiental (trayectoria solar, iluminación natural, transferencia térmica) integradas al modelo digital, que justifiquen técnicamente la elección de la alternativa más eficiente.
- Producción de cronogramas simulados y presupuestos detallados vinculados al modelo 5D, con proyecciones de tiempo de instalación y costos por sistema propuesto.
- Definición de criterios técnicos de diseño aplicables a proyectos futuros en contextos similares, promoviendo la implementación de soluciones de envolvente adaptadas a condiciones climáticas ecuatoriales.
- Entrega de documentación técnica estructurada en el CDE, conforme al EIR, que respalde la toma de decisiones del cliente y facilite las fases posteriores de ejecución, operación y mantenimiento del activo

Capítulo 3

BEP: BIM Execution Plan.

Alcance y enfoque BIM del equipo de trabajo.

Implementación de la metodología BIM

La implementación en el proyecto NOVA HABITAT se enfocó en establecer una estructura de gestión digital que permitiera evaluar técnicamente las alternativas de fachada mediante procesos coordinados, automatizados y trazables. Bajo un enfoque normativo basado en ISO 19650, se organizaron flujos de información, herramientas interoperables y entregables vinculados al análisis de desempeño ambiental, costos y planificación constructiva. Esta aplicación práctica de BIM permitió no solo consolidar los modelos técnicos, sino convertirlos en instrumentos de decisión estratégica orientados a la eficiencia constructiva, sostenibilidad y control de riesgos desde etapas tempranas del proyecto.

Protocolos y documentación

La correcta implementación de la metodología BIM en el proyecto NOVA HABITAT requirió la definición y aplicación de protocolos normativos que estructuren el flujo de información y aseguren la calidad de los datos generados durante el ciclo de vida del proyecto. Estos protocolos fueron establecidos conforme a los lineamientos del EIR y desarrollados en detalle dentro del BEP, siguiendo estándares internacionales de gestión colaborativa de la información.

Como base normativa, se adoptaron los lineamientos de la ISO 19650, complementados con referencias técnicas específicas como el Manual de Nomenclatura de Documentos de buildingSMART y el Manual de Nomenclatura de Elementos de BIM Learning. Estos documentos proporcionaron una guía sólida para la estructuración de códigos, clasificación de archivos y elementos modelados, garantizando coherencia, trazabilidad y uniformidad entre disciplinas. La adaptación de estos lineamientos se concretó en los manuales internos de la empresa, en los que se especificaron las convenciones propias del proyecto, asegurando su aplicabilidad al entorno local y las particularidades del edificio multifuncional.

Entre la documentación generada se incluyen: el Plan de Ejecución BIM (BEP), los contratos y asignaciones de roles BIM, el protocolo de nomenclatura para documentos y elementos modelados, el manual gráfico de estilos, y el cronograma de entregables por disciplina. Todo este conjunto fue desarrollado para asegurar el control documental, el cumplimiento de los flujos de revisión, la estandarización del modelado y el orden jerárquico de archivos en el Entorno Común de Datos (CDE), implementado en Autodesk Construction Cloud. Este entorno garantizó la seguridad de la información, la trazabilidad de versiones, y la adecuada transición entre estados de la documentación: WIP, Compartido, Publicado y Archivado.

En conjunto, estos protocolos y documentos han permitido consolidar un proceso de modelado riguroso, coordinado y adaptable, orientado a la toma de decisiones técnica y estratégica sobre el sistema de fachada, conforme a los objetivos establecidos en el EIR

Control de cumplimiento y plazos de entrega

El control del cumplimiento y de los plazos de entrega en el proyecto NOVA HABITAT se gestionó mediante una planificación estructurada de hitos técnicos definida en el BEP y alineada con los requerimientos del EIR. Para garantizar que los entregables respondan a los niveles de desarrollo (LOD) y calidad requeridos, se estableció un sistema de seguimiento basado en revisiones periódicas, flujos de aprobación y registros en el entorno común de datos (CDE).

Cada disciplina fue responsable de generar y subir sus modelos al entorno WIP de Autodesk Construction Cloud, donde pasaban por un proceso de revisión técnica, coordinación y validación antes de ser promovidos a los estados de Compartido y Publicado. Este flujo aseguraba que ningún entregable avance sin control de calidad previo, trazabilidad documental y verificación de cumplimiento técnico. Las fechas de entrega, aprobaciones parciales y reportes de revisión se documentaron en actas de coordinación y matrices de seguimiento integradas al cronograma maestro del proyecto.

Se establecieron auditorías de modelo por disciplina, arquitectura, estructura y MEP; verificando aspectos como estructura del modelo, cumplimiento del protocolo de nomenclatura, asignación de parámetros, georreferenciación, uso de familias estándar y consistencia entre vistas, hojas y niveles. Estos controles técnicos se registraron en informes de auditoría respaldados por plantillas internas de revisión, conforme a lo estipulado en el manual de auditoría del proyecto.

Adicionalmente, se aplicaron flujos automatizados de validación en ACC y hojas de control compartidas en tiempo real mediante Google Sheets, lo que permitió al equipo BIM monitorear el avance de entregables, anticipar desviaciones y reprogramar tareas críticas en función de las observaciones generadas. Esta integración entre entorno digital, metodología y gestión documental permitió cumplir con los plazos pactados y mantener altos estándares de calidad técnica en cada fase del modelado

Seguridad de datos y transparencia

La seguridad de la información y la transparencia en la gestión de datos fueron pilares fundamentales en la implementación BIM del proyecto NOVA HABITAT. Para garantizar la integridad, trazabilidad y control de acceso a los modelos y documentación técnica, se configuró un Entorno Común de Datos (CDE) a través de la plataforma Autodesk Construction Cloud (ACC), en cumplimiento con los principios establecidos por la norma ISO 19650 y los protocolos definidos en el BEP.

Cada integrante del equipo BIM firmó un contrato laboral en el que se estipularon compromisos explícitos de confidencialidad, ética profesional y transparencia en el manejo de la información técnica, enmarcados en los estándares BIM vigentes. Este documento contractual reforzó la responsabilidad individual sobre la gestión de los datos, y su cumplimiento fue considerado un componente obligatorio dentro del esquema de gobernanza digital del proyecto.

En cuanto a la operatividad del CDE, se asignaron permisos de acceso diferenciados según los roles definidos en el organigrama BIM: lectura, edición o aprobación. Estas restricciones garantizan que cada miembro acceda únicamente a la información relevante para su disciplina, protegiendo la integridad del contenido y evitando modificaciones no autorizadas. Además, cada acción dentro de la plataforma

queda registrada con trazabilidad completa (usuario, fecha, tipo de modificación), lo que permite un monitoreo constante y verificable del flujo de información.

El sistema gestionó la información en estados jerárquicos (WIP, Compartido, Publicado, Archivado), en los que las transiciones entre fases estuvieron condicionadas a controles de calidad, validaciones formales y cumplimiento de requisitos establecidos en el BEP. A su vez, la plataforma ACC permitió una gestión de incidencias y observaciones en tiempo real, con comentarios geolocalizados sobre el modelo y flujos de aprobación, fortaleciendo la coordinación interdisciplinar y asegurando total visibilidad sobre las decisiones adoptadas en el proceso de selección del sistema de fachada

Alcance de las actividades

Seguridad de datos y transparencia

El EIR (Employer's Information Requirements) es el documento estratégico que establece las necesidades de información del cliente y los lineamientos que deben guiar la ejecución del proyecto bajo metodología BIM. En el caso del proyecto NOVA HABITAT, este documento fue determinante para estructurar el modelo de gestión digital y orientar los procesos de diseño, modelado, coordinación y análisis técnico, particularmente en la evaluación del sistema de fachada.

El EIR del proyecto incluyó una serie de componentes esenciales que permitieron al equipo BIM desarrollar un enfoque metodológico alineado con los objetivos del cliente.

Entre los elementos definidos se encuentran: descripción básica del proyecto, equipo de trabajo y roles, objetivo general y específicos, usos BIM, plan de entrega de información (IDP), requisitos de información, plantillas de proyecto, nivel de detalle (LOD), nivel de información (LOIN), responsabilidades por disciplina, protocolo de coordinación, estándares de calidad y auditoría, protocolo de nomenclatura, software autorizado, entregables formales y conclusiones de propuesta. Todos estos aspectos

fueron posteriormente integrados y desarrollados en el BEP, asegurando su aplicación operativa en el proyecto.

Desde una perspectiva académica, el EIR constituye el punto de partida contractual para la gestión de información en entornos BIM y debe ser lo suficientemente detallado para alinear expectativas, procesos y entregables (Eastman et al., 2011). Asimismo, su desarrollo se realizó conforme a los principios de la norma ISO 19650-1, la cual establece que este documento debe comunicar claramente las condiciones para el uso efectivo de la metodología BIM, la trazabilidad de la información y el cumplimiento de estándares colaborativos (BSI, 2018).

A partir del EIR, se definieron los usos BIM prioritarios para el proyecto: diseño de especialidades, coordinación 3D, planificación 4D, estimación de costos 5D, análisis de iluminación natural, simulaciones térmicas pasivas y generación de documentación técnica interoperable. Estos usos, aplicados estratégicamente al análisis del sistema de fachada, permitieron desarrollar un flujo de trabajo coherente, colaborativo y altamente técnico.

Usos BIM aplicados según el EIR

Los usos BIM aplicados en el proyecto NOVA HABITAT fueron definidos a partir de los lineamientos establecidos en el EIR y desarrollados detalladamente en el BEP, respondiendo a una estructura metodológica alineada a las mejores prácticas internacionales y al marco normativo de la ISO 19650. Estos usos permitieron estructurar flujos de trabajo eficientes y colaborativos para evaluar de manera técnica y cuantitativa las alternativas de fachada propuestas para el edificio. El EIR contempló los siguientes usos BIM prioritarios:

- **Análisis de requerimientos del programa de arquitectura:** se utilizó BIM como herramienta para validar espacialmente los requerimientos funcionales del cliente

y garantizar la coherencia del diseño arquitectónico con las condiciones de sitio y normativa local.

- **Obtención de documentación:** se generaron entregables gráficos y no gráficos (planos, modelos, reportes) a partir de los modelos BIM, asegurando precisión geométrica, consistencia documental y trazabilidad digital.
- **Diseño de especialidades:** se modelaron las disciplinas de arquitectura, estructura y MEP con niveles de desarrollo progresivos, integrando parámetros técnicos, constructivos y ambientales para facilitar la toma de decisiones.
- **Coordinación 3D:** se ejecutaron procesos de federación y detección de interferencias mediante Navisworks Manage, garantizando la compatibilidad geométrica entre disciplinas y reduciendo riesgos de colisiones en obra.
- **Modelado 4D / Planificación de fases:** se vinculó el modelo federado con cronogramas de obra, simulando la secuencia constructiva de cada alternativa de fachada para evaluar su impacto temporal.
- **Estimación de cantidades y costos (5D):** se integraron herramientas como Cost-It y Presto para extraer cantidades directamente del modelo y realizar presupuestos comparativos de cada solución de envolvente.
- **Revisión de modelos de diseño:** se implementaron procesos de validación continua por disciplina, con revisiones técnicas, auditorías internas y flujos de aprobación documentados en el entorno común de datos (CDE).

Estos usos BIM, definidos con claridad en el EIR, no solo aportaron valor técnico en la etapa de diseño, sino que permitieron una toma de decisiones estratégica, reduciendo incertidumbre y anticipando problemas antes de la ejecución. Como señalan Succar (2009) y Eastman et al. (2011), la correcta definición e implementación de usos BIM es

fundamental para lograr eficiencia, trazabilidad y mejora continua en proyectos colaborativos, especialmente cuando se integran análisis multicriterio como los vinculados a envolventes arquitectónicas.



Ilustración 4 Anexos de los documentos

Información del proyecto

Promotor	INNOBIM
Nombre Del Proyecto	NOVA HABITAT
Ubicación Del Proyecto	Av. Francisco de Orellana y calle Ceslao Marin, Puyo, Ecuador.
Descripción Breve Del Proyecto	Edificio de uso mixto de vivienda y comercio.
Área Del Predio	703.80 m2
Área De Construcción	148500 m2
Número De Predio	

Hitos relevantes

HITO	FORMATO	RESPONSABLE
Eir	PDF	Gerente BIM
Pre bep	PDF	Gerente BIM
Bep	PDF	Gerente BIM
Anteproyecto volumétrico	PDF	Coordinador BIM
Plantillas de trabajo	RFA	Coordinador BIM
Modelo arquitectónico	RVT	Líder arquitectura
Modelo estructural	RVT	Líder estructura
Modelo mep	RVT	Líder MEP
Coordinación de interferencias	NWD	Coordinador BIM
Planos arquitectónicos	PDF	Líder arquitectura
Planos estructurales	PDF	Líder estructura
Planos mep	PDF	Líder MEP
Simulación constructiva	NWD	Coordinador BIM
Presupuesto de obra	presto	Gerente/Coordinador BIM

Organigrama del equipo de trabajo.

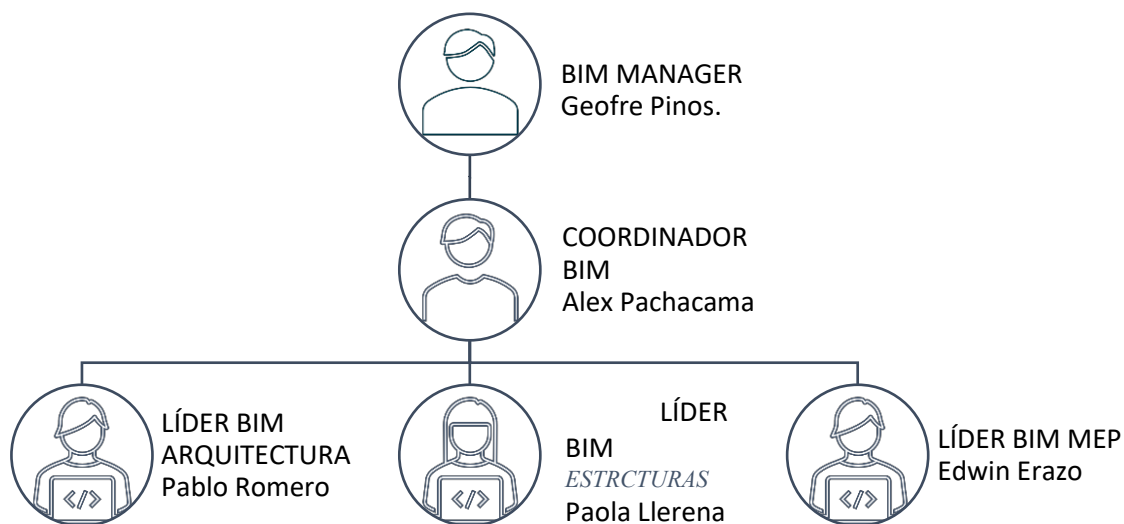


Ilustración 5 Organización del equipo INNOBIM

Roles y responsabilidades

Gerente BIM

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

Coordinador BIM

- Entrega de Plantillas de vista de cada disciplina y libro de estilos.
- Coordinar el flujo de información entre los diferentes equipos y disciplinas.
- Asegurar la correcta implementación de los estándares y protocolos BIM.
- Revisión de calidad de los modelos
- Realizar revisiones periódicas del modelo BIM para identificar y resolver posibles conflictos.
- Verificación de cumplimiento de las normativas de los modelos

Líder arquitectura

- Creación y supervisión del modelo 3D
- Colaborar con los equipos estructurales y MEP para asegurar la coherencia del diseño.
- Participar en la elaboración del libro de estilo de arquitectura y plantillas de vistas de arquitectura
- Resolución de las colisiones disciplinares

- Elaboración de la documentación y entregables de acuerdo con lo descrito en el contrato según su disciplina.

Líder estructura

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

Líder MEP

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

Niveles de detalle por elemento (LOD)

Usos BIM		Descripción	LOD
1	Análisis de requerimientos del programa de arquitectura	Es el proceso en el cual se pueden plasmar los requerimientos del Cliente, este proceso permitió la toma de decisiones de diseño estructural, arquitectónico y MEP en la cual se determinó la posición de las salas de cine, restaurante, oficinas, baños y patio de comidas. Asimismo, se recomendó la fachada y las mejores opciones de para la cubierta del patio de comidas.	200
2	Obtención de documentación	Generar documentación gráfica y no gráfica que permita el entendimiento claro del proyecto para su construcción mediante el uso del entorno común de datos, en este caso Autocad Construction Cloud	200
3	Diseño de especialidades	Desarrollo de los modelos arquitectónico, estructural y MEP, tomando en cuenta las necesidades del proyecto (aislamiento acústico, iluminación en salas, estructura, sistemas MEP, recolección de aguas lluvia)	300
4	Modelado 4D	Planificación de la fase de construcción tomando en cuenta todas especialidades	300-350

Introducción al Plan de Ejecución BIM (BEP)

El Plan de Ejecución BIM (BEP) es un documento estratégico que define cómo se implementará la metodología Building Information Modeling (BIM) a lo largo del ciclo de vida de un proyecto, estableciendo los procesos, responsabilidades, estándares y flujos de información para garantizar una correcta colaboración entre los diferentes actores involucrados. Según la ISO 19650, el BEP es esencial para coordinar la producción y el

intercambio de información en entornos colaborativos, asegurando que los requisitos del cliente se cumplan mediante un enfoque sistemático y trazable (ISO 19650-1, 2018).

En el caso del proyecto NOVA HABITAT, ubicado en Puyo, Ecuador, el BEP se configura como una herramienta clave para garantizar la calidad, sostenibilidad y eficiencia del desarrollo constructivo, integrando estándares internacionales, protocolos de intercambio y herramientas digitales como Revit, BIM 360, Navisworks y Presto. Tal como establece la Guía para la Elaboración del BEP del Gobierno de España, el BEP "debe adaptarse a las necesidades específicas de cada proyecto, estableciendo las condiciones particulares de producción, coordinación y entrega de los modelos BIM". (Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, 2020, p. 9) Para este proyecto, el BEP articula el uso de modelos multidisciplinares, planificación 4D, presupuestación 5D y mantenimiento 6D, asegurando así una visión integral y sustentable en todas las fases del ciclo de vida del edificio.

Referencias

Este apartado establece el marco normativo y técnico en el que se basa la implementación BIM del proyecto Edificio Multifuncional NOVA HABITAT. Incluye normas internacionales, estándares nacionales, guías metodológicas y documentos internos que definen los criterios para el modelado, nomenclatura, coordinación, auditoría, intercambio y entrega de información. Estas referencias aseguran la coherencia, interoperabilidad, trazabilidad y calidad durante todas las fases del ciclo de vida del proyecto, y su aplicación es obligatoria para todos los actores involucrados.

Referencia	Descripción
ISO 19650-1, 2 y 3	Normas internacionales para la gestión de la información en entornos BIM. Regulan el ciclo de vida del activo, el entorno común de datos (CDE) y los flujos de trabajo colaborativos.

ISO 9001:2015	Norma de gestión de calidad aplicada al control y aseguramiento de procesos BIM y entregables.
ISO 14001:2015	Norma de gestión ambiental para procesos de diseño y construcción sostenibles.
ISO 45001:2018	Norma para gestión de la seguridad y salud en el trabajo, aplicable al diseño y planificación de obra BIM.
EN 17412-1:2020	Norma europea que define el Nivel de Necesidad de Información (LOIN), clave para estructurar el contenido informativo de los modelos BIM.
BS 1192:2007 + A1:2015	Estándar británico para producción colaborativa de información y codificación de archivos.
AIA G202-2013	Protocolo del Instituto Americano de Arquitectos que establece los usos BIM por fase y roles informativos.
IFC (ISO 16739)	Formato abierto para interoperabilidad entre plataformas BIM y software especializado.
Estrategia Nacional BIM de Colombia (2020–2026)	Marco estratégico latinoamericano que orienta la adopción de BIM en la región.
Manual de Nomenclatura BIM – INNOBIM Studio	Documento interno que define la codificación de archivos, objetos y planos del proyecto según ISO 19650 y buildingSMART.
EIR – Requisitos de Intercambio de Información	Documento contractual del cliente que define los entregables esperados, LOD/LOI, nomenclatura, auditorías y herramientas.
Protocolo BIM y Criterios Generales de Modelado	Documento que regula el uso del CDE, nomenclatura, auditorías, granularidad y criterios de interoperabilidad.
Plan de Ejecución BIM (BEP)	Documento principal que articula los procesos, roles, herramientas, planificación y controles del desarrollo BIM del proyecto.

Definiciones

Este apartado tiene como propósito establecer un glosario común de términos esenciales utilizados en la implementación BIM del proyecto. La claridad conceptual es fundamental para asegurar una comunicación efectiva entre los distintos agentes del proyecto y evitar ambigüedades en la interpretación de procesos, responsabilidades y

entregables. Tal como lo establece la Guía para la Elaboración del BEP (2020), “la definición clara y compartida de los términos es uno de los pilares para la colaboración eficaz en entornos BIM” (Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, 2020, p. 6).

A continuación, se presenta una tabla con los términos clave, sus definiciones y su aplicación directa en el proyecto.

Término	Definición	Aplicación BIM en el Proyecto
BEP (Plan de Ejecución BIM)	Documento que define cómo se implementará BIM en un proyecto, especificando procesos, roles, entregables y herramientas	Guía principal para la gestión colaborativa del modelo BIM en NOVA HABITAT desde diseño hasta operación
EIR (Exchange Information Requirements)	Requisitos del cliente sobre la información que debe generarse, intercambiarse y entregarse en el proyecto	Define los entregables informativos exigidos por el promotor, incluyendo formatos, niveles de detalle y cronograma
LOD (Level of Development)	Nivel de desarrollo del modelo BIM, incluyendo precisión geométrica y atributos no gráficos	Se aplican LOD 300-350 para arquitectura y estructuras, y LOD 300 para MEP, conforme a la fase de diseño constructivo
LOI (Level of Information)	Nivel de información no gráfica que debe contener un objeto BIM	Define los parámetros técnicos, de mantenimiento y clasificación de los elementos modelados.
LOIN (Level of Information Need)	Combinación de LOD + LOI + lógica de entrega según EN 17412	Permite ajustar la carga informativa del modelo según su uso y etapa del proyecto
Modelo Federado	Integración de modelos disciplinares en una sola vista común para coordinación	Permite identificar interferencias y validar consistencia espacial entre ARQ, EST y MEP con Navisworks.

CDE (Common Data Environment)	Entorno común de datos donde se almacena, gestiona y comparte toda la información del proyecto	Implementado con Autodesk Construction Cloud (ACC) para control de versiones, trazabilidad y flujos de revisión
Clash Detection	Proceso automatizado de detección de interferencias entre modelos BIM	Se aplica en Navisworks para validar el modelo federado antes de la entrega y durante revisiones periódicas.
Entregables BIM	Documentos y archivos que constituyen los productos formales del proceso BIM	Incluyen modelos RVT/IFC, planos PDF, reportes NWD, cronogramas 4D y presupuestos 5D, definidos en el IDP.
IDP (Information Delivery Plan)	Plan que define qué información se debe entregar, cuándo y en qué formato	Cronograma contractual de entregables BIM alineado al EIR y al BEP del proyecto.
Interoperabilidad	Capacidad de distintos sistemas y software de compartir e interpretar información sin pérdida de datos	Se asegura mediante formatos abiertos (IFC) y el cumplimiento de normas ISO 16739.
Roles BIM	Funciones y responsabilidades asignadas a cada participante en el proyecto	Incluyen BIM Manager, Coordinador BIM, Líderes disciplinares y modeladores, conforme a la estructura definida por INNOBIM Studio.

Acrónimos

Este apartado recopila los acrónimos y abreviaturas clave utilizados en el Plan de Ejecución BIM (BEP) y en la documentación técnica del proyecto NOVA HABITAT. Su propósito es estandarizar la terminología para todos los actores involucrados, garantizando claridad y coherencia en los procesos de comunicación, modelado, documentación y gestión de información. Tal como sugiere la Guía para la Elaboración del BEP, la inclusión de una lista de acrónimos facilita la lectura del documento y evita interpretaciones erróneas en entornos colaborativos (Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, 2020, p. 6).



Acrónimo	Significado	Aplicación en el Proyecto
BEP	BIM Execution Plan	Define cómo se implementará BIM en NOVA HABITAT
EIR	Exchange Information Requirements	Documento del cliente con requerimientos informativos
CDE	Common Data Environment	Plataforma centralizada (ACC) para gestión de archivos y modelos
LOD	Level of Development	Nivel de desarrollo geométrico e informativo de un objeto BIM
LOI	Level of Information	Información no gráfica asociada a un objeto
LOIN	Level of Information Need	Especificación combinada de LOD + LOI + lógica de entrega
MIDP	Master Information Delivery Plan	Cronograma maestro de entregas de información
IDP	Information Delivery Plan	Plan específico de entregables por fase
IFC	Industry Foundation Classes	Formato abierto para interoperabilidad entre software BIM
ACC	Autodesk Construction Cloud	Plataforma usada como CDE para control documental
RVT	Revit Project File	Formato nativo del modelo BIM en Autodesk Revit
NWD/ NWC	Navisworks File	Formato de modelos federados y de coordinación
WIP	Work In Progress	Archivos en desarrollo no listos para revisión externa
ISO	International Organization for Standardization	Normas internacionales de gestión de calidad, seguridad y BIM
EPD	Environmental Product Declaration	Certificación ambiental de materiales utilizados
MEP	Mechanical, Electrical and Plumbing	Sistemas electromecánicos modelados en el proyecto
ARQ	Arquitectura	Disciplina del diseño arquitectónico en Revit
EST	Estructura	Disciplina estructural del proyecto

COO	Coordinación	Responsable de federación y revisión interdisciplinaria
------------	--------------	---

Plan de Ejecución BIM

La implementación de la metodología BIM en el proyecto NOVA HABITAT, ubicado en Puyo, Ecuador, responde a la necesidad de optimizar la planificación, coordinación y sostenibilidad del desarrollo urbano contemporáneo. Este enfoque busca garantizar la trazabilidad de la información, la eficiencia en los procesos constructivos y la transparencia en la toma de decisiones mediante un entorno digital colaborativo. Tal como lo destaca la Guía para la Elaboración del BEP, “el BEP permite establecer un marco común para que todos los agentes colaboren con objetivos alineados y un lenguaje compartido” (Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, 2020, p. 10).

La visión de este BEP es consolidar una gestión integral de la información desde la fase de diseño hasta la operación del activo, aplicando los principios de interoperabilidad, control de calidad y mejora continua. Con ello, se busca contribuir a la sostenibilidad ambiental, la eficiencia energética y la reducción de errores y sobrecostos durante el ciclo de vida del edificio.

Objetivo General

Optimizar la gestión de la información del proyecto NOVA HABITAT mediante la implementación de la metodología BIM, garantizando eficiencia, trazabilidad, sostenibilidad y calidad en las fases de diseño, construcción y operación del activo.

Objetivos Específicos

- Implementar un entorno común de datos (CDE) basado en Autodesk Construction Cloud.
- Federar modelos de arquitectura, estructura y MEP en formato NWD para coordinación y clash detection.
- Aplicar estándares ISO 19650, ISO 9001, 14001 y 45001 en los flujos de trabajo.

- Estandarizar nomenclaturas y codificación según el manual de INNOBIM Studio.
- Generar cronogramas 4D y presupuestos 5D vinculados a los modelos RVT.
- Reducir en un 10% los errores de obra mediante detección de interferencias.
- Aplicar criterios de sostenibilidad en la selección de materiales (certificaciones EPD).
- Fortalecer el trabajo colaborativo interdisciplinar bajo el liderazgo del BIM Manager.

Objetivo Específico	Usos BIM Relacionados	Descripción	Responsable
Desarrollar un modelo BIM federado conforme a la plantilla de proyecto	Modelado 3D disciplinar Modelado federado	Generación de modelos independientes por disciplina y su integración en un modelo federado coordinado	Coordinador BIM
Implementar un modelo BIM multidisciplinario en un entorno colaborativo	Entorno común de datos (CDE) Gestión documental	Uso de ACC para control de versiones, trazabilidad y flujos de trabajo colaborativo	BIM Manager
Aplicar protocolos de intercambio de información y estándares internacionales	Gestión de entregables Control de calidad	Aplicación del IDP, estándares ISO 19650 y normas internas para organización de información	BIM Manager
Detectar y clasificar interferencias mediante herramientas de clash detection	Detección de interferencias (Clash detection)	Identificación y resolución de conflictos entre disciplinas con Navisworks	Coordinador BIM
Implementar un Plan de Entregas de Información (IDP) para definir plazos y formatos	Planificación de entregas (MIDP/IDP)	Definición de cronogramas de entregables BIM conforme a lo solicitado en el EIR	Coordinador BIM
Reducir en un 10% los errores de obra	Simulación 4D Clash detection	Validación temprana del diseño para evitar reprocesos,	Coordinador BIM + Líderes

		omisiones y conflictos en obra	disciplinarias
Generar modelos 5D para gestión de costos y 6D para mantenimiento	Estimación de costos (5D) Mantenimiento y operación (6D)	Vinculación del modelo con presupuestos y planificación de mantenimiento mediante parámetros LOIN	Líder BIM Costos / Coordinador BIM
Fortalecer habilidades de trabajo colaborativo y gestión de información	Capacitación BIM Flujos de revisión	Aplicación de flujos estandarizados en ACC, reuniones semanales y auditorías internas	BIM Manager

Información General del Proyecto

El proyecto NOVA HABITAT es un desarrollo multifuncional ubicado en Puyo, Ecuador, diseñado para integrar vivienda, comercio y espacios comunitarios sostenibles. Se trata de un edificio de uso mixto con un área de construcción de 1.485 m², orientado a la optimización energética, funcionalidad arquitectónica y gestión eficiente de recursos mediante la metodología BIM.

Desde su concepción, el proyecto ha adoptado estándares internacionales y estrategias digitales para garantizar la interoperabilidad, trazabilidad y coordinación efectiva entre disciplinas. Esto responde al enfoque colaborativo propuesto por la norma ISO 19650, que establece como prioridad la gestión integral de la información durante todo el ciclo de vida del activo (ISO 19650-1:2018).

Elemento	Detalle
Nombre del Proyecto	Edificio Multifuncional NOVA HABITAT
Ubicación	Puyo, Provincia de Pastaza, Ecuador
Área de construcción	1.485 m ²
Tipo de proyecto	Uso mixto: residencial + comercial
Promotor	INNOBIM Studio Cía. Ltda.

Plataforma de desarrollo BIM	Autodesk Revit + Navisworks + Autodesk Construction Cloud (ACC)
Normativa técnica aplicada	ISO 19650-1, 19650-2, ISO 9001, ISO 14001, ISO 45001
Coordinador BIM	Ing. Alex Pachacama
BIM Manager	Arq. Geofre Pinos

Descripción del proyecto

El proyecto NOVA HABITAT tiene como propósito principal la implementación de un sistema de fachada innovador, que supere las limitaciones de las soluciones tradicionales en términos de rendimiento térmico, eficiencia energética y sostenibilidad ambiental. Para ello, se adopta la metodología BIM como herramienta estratégica para analizar, comparar y coordinar alternativas constructivas desde etapas tempranas de diseño.

La metodología BIM permite integrar variables ambientales, constructivas y operativas en un entorno digital que facilita la toma de decisiones informadas sobre el comportamiento de la envolvente, optimizando su desempeño a lo largo del ciclo de vida del edificio. La fachada del proyecto no solo será un componente arquitectónico, sino un sistema técnico que responde a condiciones climáticas locales, control solar, ventilación cruzada y reducción de la demanda energética del edificio.

Este enfoque integral posiciona al proyecto como una referencia en el uso de BIM para soluciones pasivas de eficiencia energética en entornos urbanos de clima húmedo tropical, alineado con estándares internacionales de sostenibilidad y las mejores prácticas de diseño bioclimático.

Justificación del Enfoque BIM

La adopción de BIM en NOVA HABITAT responde a la necesidad de integrar de forma eficiente el diseño arquitectónico, la estructura y las instalaciones (MEP), minimizando errores de obra, optimizando costos y facilitando la sostenibilidad

ambiental. Se busca establecer un precedente en el uso de tecnologías digitales en la región amazónica ecuatoriana, fortaleciendo la toma de decisiones basadas en datos verificables.

Herramientas para el desarrollo

Autodesk Revit

Modelado disciplinario (arquitectura, estructura y MEP). Uso de plantillas institucionales con estilos, nomenclatura y filtros predefinidos.



Navisworks Manage

Coordinación y federación de modelos. Detección y clasificación de interferencias. Generación de reportes de colisiones según prioridad y disciplina.



Presto

Extracción de cantidades y control de presupuesto (BIM 5D). Conexión con modelos para planificación de costos.



Teams

Comunicación y medio por el cual se dan las reuniones del equipo de trabajo de INNOBIM.



Insight (Revit)

Simulaciones energéticas preliminares. Evaluación de desempeño de fachada y confort térmico en el contexto amazónico



Autodesk Construction Cloud (ACC)

Plataforma para almacenamiento, revisión y control de versiones. Gestión de archivos estandarizada por codificación y roles.



Ilustración 6 Herramientas para el desarrollo BIM del proyecto

Niveles de Desarrollo

Los niveles de desarrollo (LOD – Level of Development) establecen el grado de precisión geométrica y de información no gráfica que debe tener un elemento dentro del modelo BIM, en función de su uso y etapa del proyecto. Esta clasificación es clave para la planificación progresiva de entregables y la toma de decisiones informadas.

Según la Guía para la Elaboración del BEP del MITMA, “la definición de niveles de desarrollo garantiza que cada disciplina sepa exactamente qué información debe modelar en cada fase del proyecto, evitando sobrecargas o ambigüedades” (Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, 2020, p. 16). A su vez, organizaciones como BIMForum (2019) estandarizan estos niveles bajo la nomenclatura LOD 100 a LOD 500, ampliamente utilizada a nivel internacional.

Nivel	Definición General	Aplicación en el Proyecto NOVA HABITAT
LOD 100 – Conceptual	Representación gráfica genérica con información básica de masas y ubicación. No apta para análisis detallado.	Se utiliza en los estudios preliminares de volumetría y análisis de ocupación del lote.
LOD 200 – Esquemático	Elementos modelados con geometría aproximada, identificables por categoría y ubicación. Contiene propiedades genéricas.	Aplicado en la etapa de diseño anteproyecto para definir zonas de fachada, áreas funcionales y sistemas generales.
LOD 300 – Desarrollo Detallado	Geometría precisa y parametrizada. Elementos definidos dimensionalmente y coordinados espacialmente.	Nivel mínimo exigido para arquitectura, estructura y MEP durante la etapa de diseño constructivo. Base para detección de interferencias y modelos federados.
LOD 350 – Coordinación	Elementos con detalles de conexiones, interacción entre disciplinas y soporte físico representado.	Se aplica en componentes de fachada que requieren coordinación precisa con estructura y MEP (anclajes, vanos técnicos, juntas).
LOD 400 – Fabricación	Geometría lista para producción o prefabricación. Contiene detalles específicos de montaje.	Aplicable en soluciones de fachada industrializada o sistemas prefabricados si se selecciona esta alternativa.
LOD 500 – As-Built / Gestión	Representa fielmente el activo construido. Incluye datos reales de instalación, fabricante, mantenimiento y operación.	Será implementado al final del proyecto como modelo de operación 6D, con datos de la envolvente, equipamientos e instalaciones.

Partes interesadas

En el contexto de un proyecto BIM, las partes interesadas (stakeholders) son todas aquellas personas, grupos u organizaciones que pueden afectar, verse afectadas o percibirse como afectadas por las decisiones, actividades o resultados del proyecto. Según el PMBOK® Guide del PMI, la adecuada identificación y gestión de stakeholders es

esencial para el éxito del proyecto, ya que su influencia puede determinar la viabilidad técnica, económica y operativa de los entregables (PMI, 2021).

En la metodología BIM, las partes interesadas no solo se definen por su rol contractual o financiero, sino también por su participación en la producción, validación, uso y operación de los modelos. La norma ISO 19650 y la Guía para la Elaboración del BEP destacan la importancia de una comunicación clara, estructuras de responsabilidad definidas y un entorno colaborativo para alinear intereses diversos en torno a objetivos comunes (Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, 2020, p. 7).

Categoría	Stakeholder	Rol Principal	Responsabilidad en BIM
Cliente / Promotor	UISEK / Elmer Muñoz	Mandante del proyecto	Define el EIR, valida entregables, toma decisiones
BIM Manager	Arq. Geofre Pinos	Gestión integral BIM	Coordina la ejecución BIM conforme al BEP y estándares ISO
Coordinador BIM	Ing. Alex Pachacama	Coordinación interdisciplinaria	Supervisa integración de modelos y detección de interferencias
Diseñadores disciplinares	Líderes ARQ, EST, MEP	Producción de modelos	Desarrollan y actualizan modelos conforme a LOD/LOIN y protocolos
Modeladores BIM	Equipo técnico de cada disciplina	Desarrollo de contenido	Modelan elementos según parámetros definidos y entregables

Contactos y Requisitos de Responsabilidad

El presente apartado define los principales responsables de la ejecución BIM del proyecto NOVA HABITAT, detallando su rol, empresa asignada, funciones específicas dentro del proceso colaborativo y datos de contacto. Esta información asegura

trazabilidad, comunicación eficiente y cumplimiento de las responsabilidades descritas en este BEP y el EIR del proyecto.

Empresa	Cargo	Descripción del Cargo	Nombre Responsable	Teléfono
UISEK	Cliente	Mandante del proyecto. Supervisa cumplimiento del EIR y valida entregables.	Elmer Muñoz	
INNOBIM Studio	BIM Manager	- Coordinación general de la ejecución BIM. - Implementación del BEP y estándares ISO. - Control de entregables y cumplimiento del EIR. - Supervisión del CDE y gestión documental. - Reporte a la dirección del proyecto.	Arq. Geofre Isaac Pinos Zapata	0996773164
INNOBIM Studio	Coordinador BIM	- Integración de modelos disciplinares. - Planificación del cronograma BIM. - Revisión de calidad de modelos. - Generación de reportes de interferencias. - Coordinación entre los líderes de disciplina.	Ing. Alex Pachacama	0998967877
INNOBIM Studio	Líder Arquitectural	- Desarrollo del modelo 3D arquitectónico. - Participación en protocolos de estilo. - Resolución de interferencias disciplinares. - Elaboración de entregables de arquitectura.	Arq. Pablo Alejandro Romero Hallo	0996400164
INNOBIM Studio	Líder Estructuras	- Desarrollo del modelo estructural 3D. - Participación en plantillas	Ing. Paola Maritsa	0987087236

		y protocolos. - Coordinación con arquitectura y MEP. - Generación de entregables estructurales.	Llerena Bonilla	
INNOBI M Studio	Líder MEP	- Desarrollo de modelos eléctricos, sanitarios y HVAC. - Revisión y resolución de interferencias. - Producción de entregables técnicos MEP.	Ing. Edwin Stalyn Erazo	0996101 339

Matriz de Comunicación y Flujo de Información

Una comunicación efectiva y estructurada entre las partes interesadas es fundamental para garantizar el éxito de un proyecto BIM. Según la ISO 19650-2, "la gestión de la información requiere definir claramente los flujos de intercambio, revisión y validación de datos entre roles responsables" (ISO, 2018). Por su parte, el PMI enfatiza que "la gestión de las comunicaciones del proyecto asegura que la información correcta llegue a las personas adecuadas en el momento oportuno" (PMI, 2021).

En el proyecto NOVA HABITAT, se implementa un entorno común de datos (CDE) basado en Autodesk Construction Cloud (ACC) que centraliza los flujos de trabajo colaborativos, revisiones y aprobaciones. La siguiente matriz establece los canales, frecuencia, medios y responsables clave para la coordinación y control informativo.

Actividad	Emisor	Receptor	Medio	Frecuencia	Propósito
Reunión de coordinación BIM	BIM Manager	Todos los líderes disciplinares	Microsoft Teams / Presencial	Semanal	Revisión de avances, interferencias y planificación
Entrega de modelos WIP	Líder disciplinar	Coordinador BIM	ACC (WIP Folder)	Quincenal	Compartir avances internos para

					revisión previa
Revisión de interferencias	Coordinador BIM	Líderes ARQ / EST / MEP	Navisworks clash report (PDF/NWD)	Quincenal	Detectar, clasificar y asignar resolución a conflictos
Aprobación de entregables	Coordinador BIM	BIM Manager / Cliente	ACC (Folder Compartido)	Según hitos IDP	Validar modelos antes de entrega oficial
Comunicación de incidencias	Cualquier miembro del equipo	Coordinador BIM	ACC / Email	Inmediata	Reportar errores críticos, colisiones o riesgos
Actualización del cronograma BIM	Coordinador BIM	Todos los responsables	ACC / Excel compartido	Mensual	Visualizar planificación de entregables e hitos
Comunicación con autoridades locales	Representante del cliente	Entidades reguladoras	Email / Oficio	Según requerimientos	Presentar documentación técnica y tramitar licencias
Emisión de reportes de control	BIM Manager	Dirección de proyecto	Informe PDF / Presentación	Mensual	Evaluar cumplimiento del BEP, EIR y KPI BIM

Flujo general de trabajo

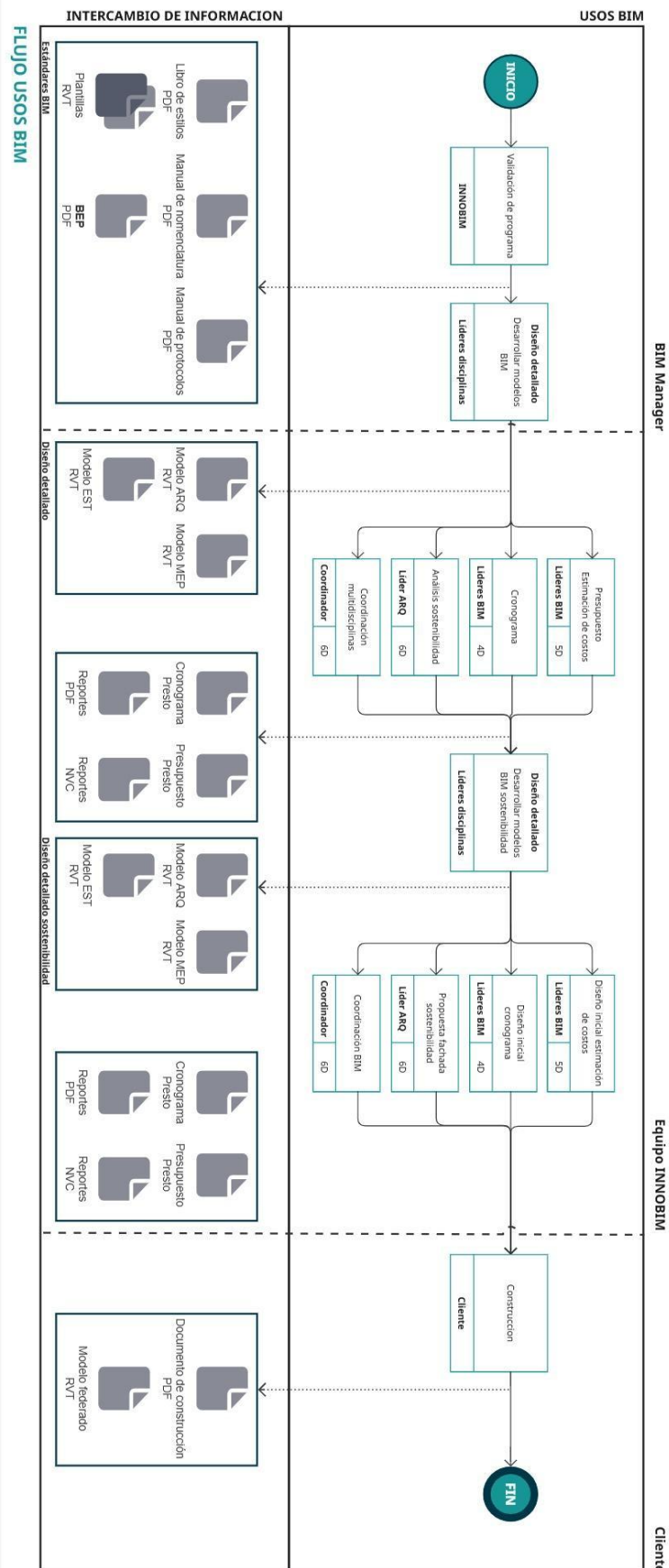
El flujo general de trabajo en un entorno BIM se define como la secuencia lógica y coordinada de actividades que regulan la producción, validación, integración y entrega de modelos y documentación técnica entre todos los agentes del proyecto. Esta

organización es fundamental para garantizar la trazabilidad, calidad y eficiencia en la gestión de la información digital.

Etapas del Flujo General de Trabajo en NOVA HABITAT

Etapas	Descripción	Herramienta/Medio	Responsables
1. Generación de modelos WIP	Cada disciplina desarrolla sus modelos en estado de trabajo interno (Work in Progress).	Revit / ACC – Carpeta S0	Líderes de disciplina (ARQ, EST, MEP)
2. Revisión interna y control de calidad	Se aplican auditorías automáticas y manuales al modelo según checklist del BEP.	Revit + Solibri / ACC	Coordinador BIM
3. Integración de modelos en federado	Modelos disciplinarios se integran en Navisworks para clash detection y validación espacial.	Navisworks Manage / NWD	Coordinador BIM
4. Revisión de interferencias	Detección y clasificación de colisiones según tipología y responsable.	Navisworks + Reporte PDF	Coordinador BIM / Líderes de disciplina
5. Resolución de interferencias	Los líderes de cada disciplina ajustan sus modelos según el reporte aprobado.	Revit / ACC	Líderes ARQ, EST, MEP
6. Aprobación y entrega de modelos compartidos	Modelos actualizados se cargan al entorno compartido para revisión del cliente.	ACC – Carpeta S1 a S4	Coordinador BIM / BIM Manager
7. Validación por el cliente	El cliente o supervisor valida los modelos y entregables para aprobación oficial.	ACC – Carpeta S6 / Informe PDF	Cliente / BIM Manager
8. Entrega final y archivado	Los modelos aprobados se entregan formalmente y se almacenan en el entorno archivado.	ACC – Carpeta As-Built (S7)	BIM Manager / Coordinador BIM

Flujo de usos BIM



Recursos del Equipo

La correcta asignación de recursos humanos y técnicos es fundamental para garantizar la implementación efectiva de los **usos BIM** definidos en el proyecto. Cada uso BIM requiere perfiles específicos con competencias técnicas, responsabilidades claramente definidas y herramientas adecuadas. Según la *Guía para la Elaboración del BEP* (MITMA, 2020), “la identificación de los recursos necesarios para cada uso BIM permite optimizar la planificación, evitar sobrecargas y asegurar la calidad del proceso colaborativo” (p. 13).

A continuación, se presenta una tabla que relaciona cada uso BIM con los recursos del equipo de trabajo asignados en NOVA HABITAT.

Recursos del Equipo según Usos BIM

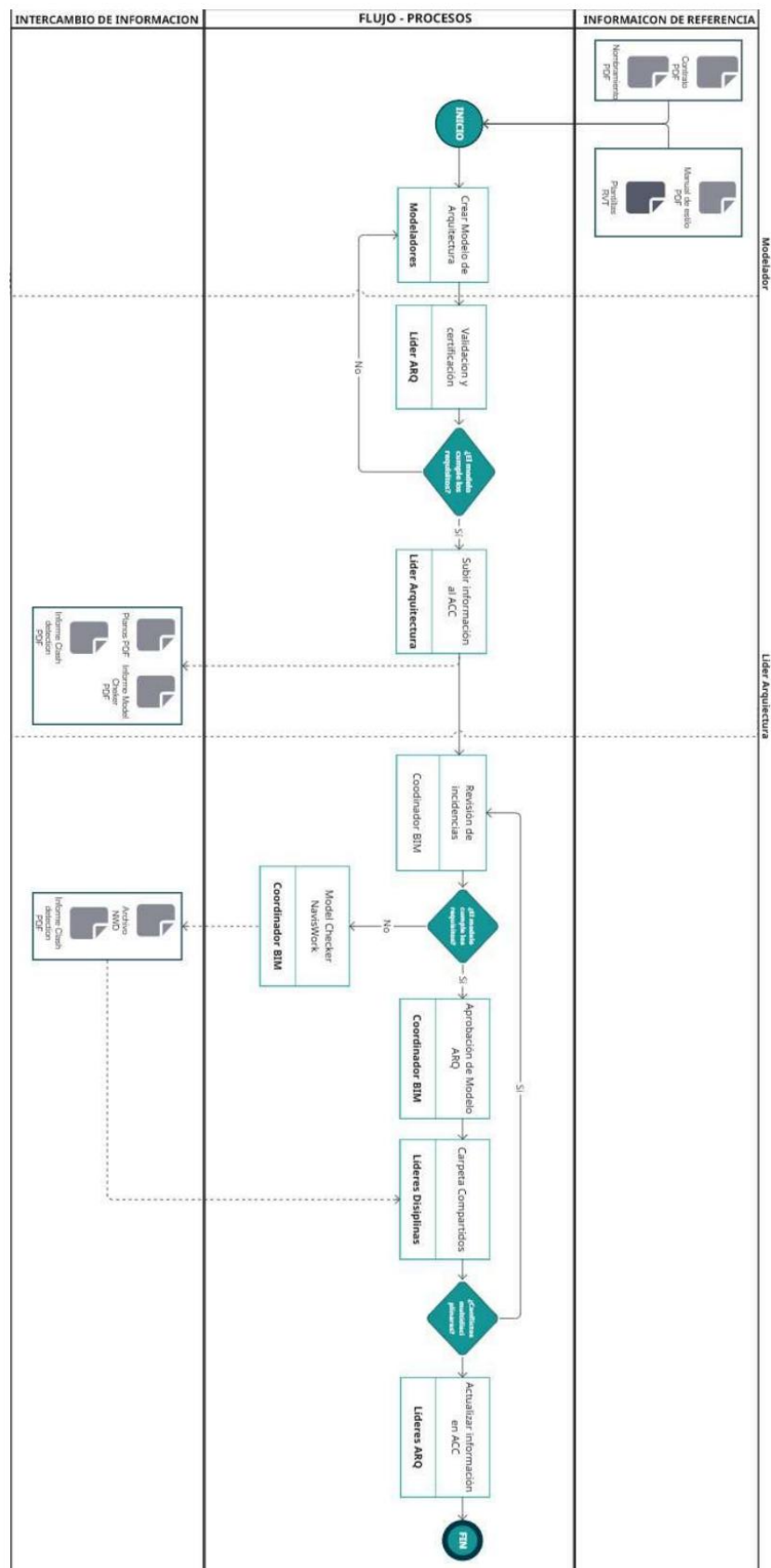
Uso BIM Aplicado	Responsable(s)	Rol BIM	Recurso Humano o Técnico	Herramientas / Plataformas
Modelado 3D disciplinar	Pablo Romero(ARQ) Paola Llerena (EST) Edwin Erazo (MEP)	Líder BIM de disciplina	Modeladores Revit por disciplina	Autodesk Revit
Modelo federado	Alex Pachacama	Coordinador BIM	Equipo de coordinación y QA/QC	Navisworks Manage
Clash Detection	Alex Pachacama	Coordinador BIM	Analista de colisiones	Navisworks + Reporte NWD
Estimación de Costos 5D	Geofre Pinos	BIM Manager	Especialista en presupuesto vinculado a BIM	Presto / Cost-It / Excel
Programación 4D	Coordinador BIM	Coordinador BIM	Modelador con experiencia en secuencias temporales	Navisworks Simulate / ACC



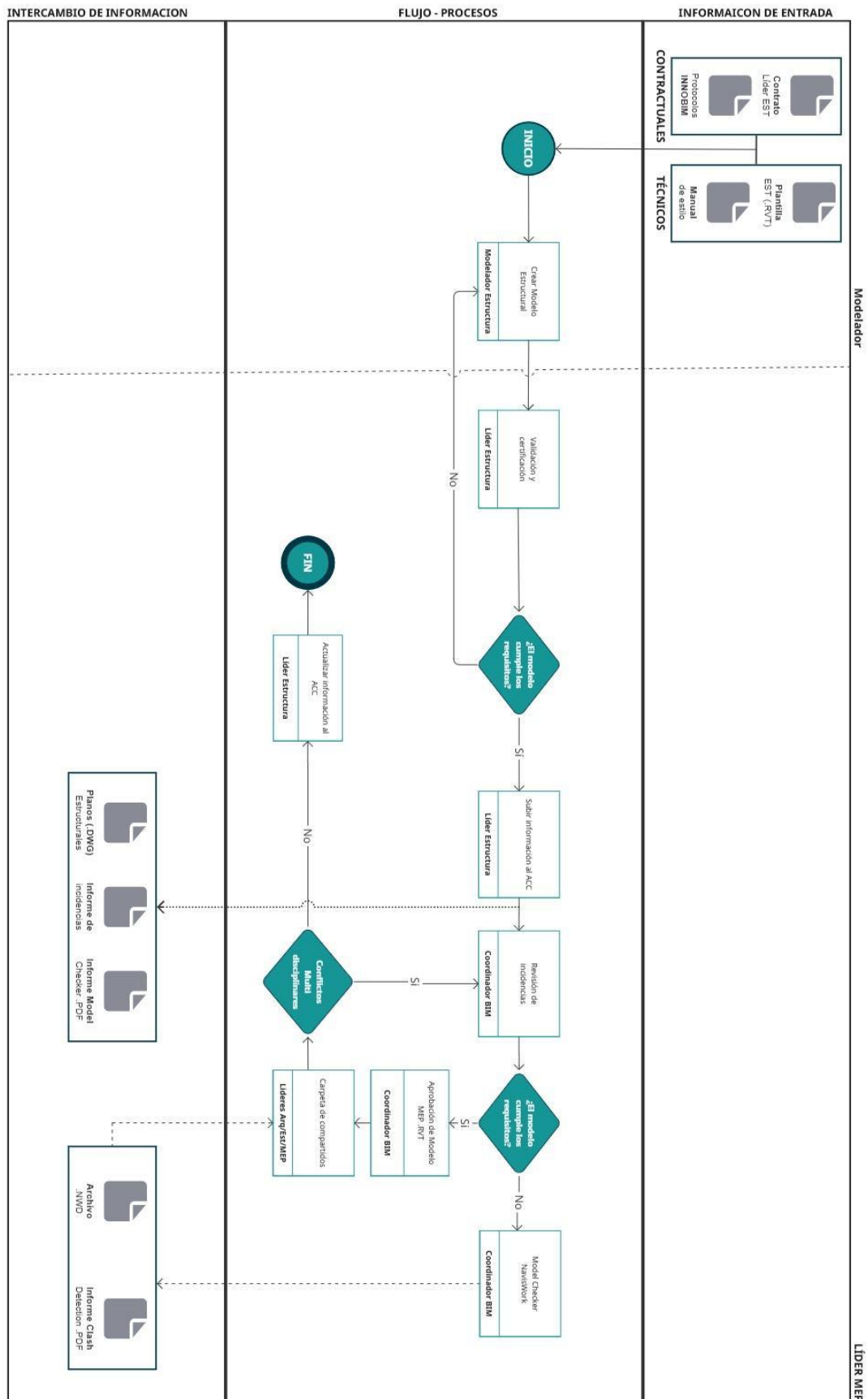
Simulación energética / Sostenibilidad 6D	BIM Manager + MEP	Consultor ambiental o MEP	Especialista en análisis energético y materiales	Autodesk Insight / Excel / EPD
Gestión documental y CDE	Geofre Pinos + Pablo Romero (Consultor)	BIM Manager	Administrador de plataforma CDE	Autodesk Construction Cloud (ACC)
Gestión de entregables e IDP	Alex Pachacama	Coordinador BIM	Líderes disciplinares + QA/QC	ACC + Matriz Excel
Protocolos de nomenclatura y estilo	Todos los líderes BIM	Coordinador + Modeladores	Manual de nomenclatura institucional	Manual NHBT-INB-FP-XX-MNL-MNG-001

Flujos de trabajo para diseño de especialidades

Flujo de trabajo modelado arquitectónico

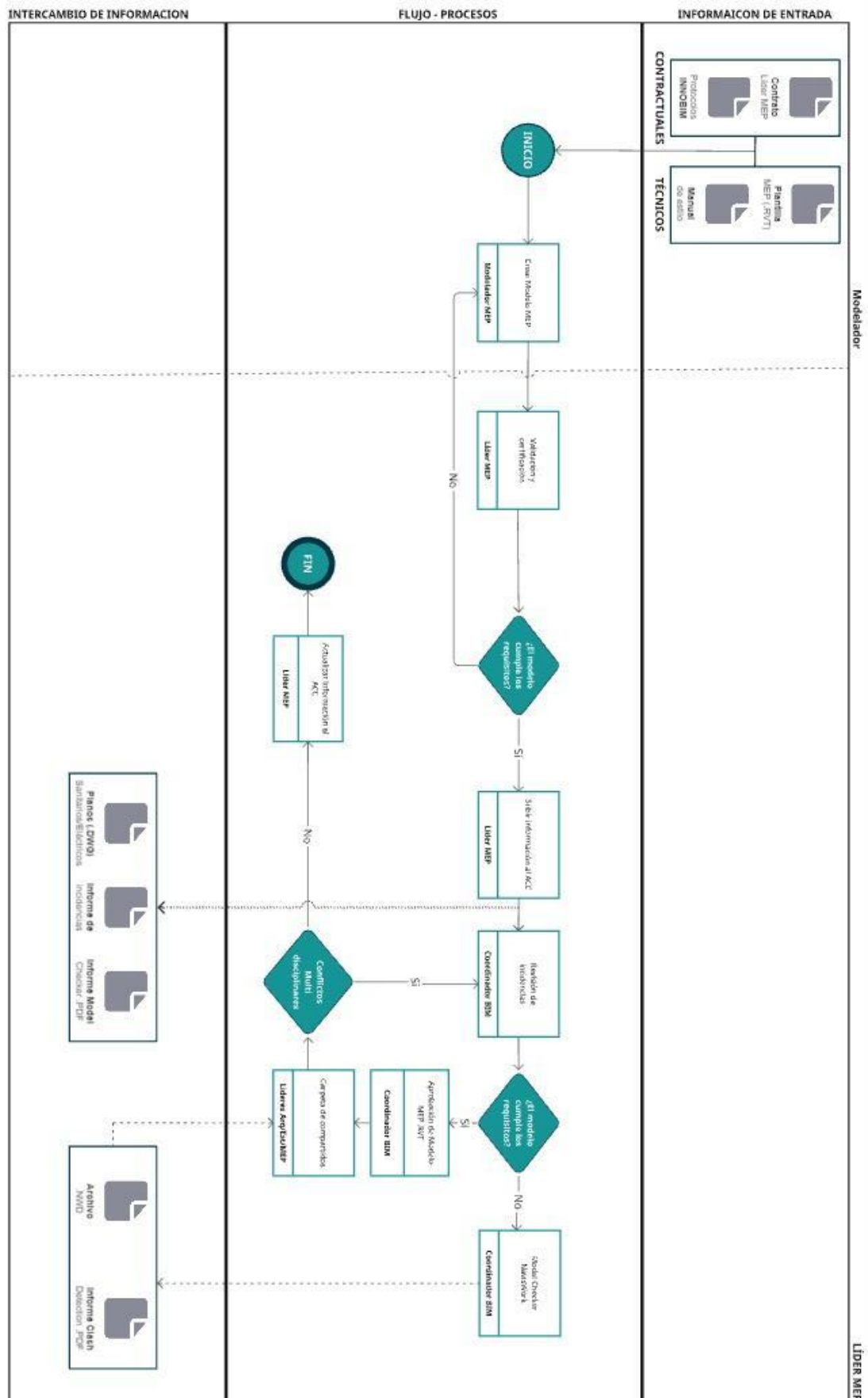


Flujo de trabajo modelado estructural





Flujo de trabajo modelado MEP



Coordinación de Modelos y Detección de Interferencias e Incompatibilidades

La coordinación de modelos BIM y la detección de interferencias son procesos fundamentales para asegurar la coherencia técnica, la compatibilidad entre disciplinas y la reducción de errores constructivos. Según la Guía BEP del MITMA, “la coordinación BIM debe contemplar procedimientos claros para la federación de modelos, identificación de colisiones, asignación de responsabilidades y validación de soluciones adoptadas” (Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, 2020, p. 14).

En el proyecto NOVA HABITAT, la coordinación se realizará a través de la integración periódica de los modelos disciplinares (ARQ, EST, MEP) en un modelo federado, utilizando herramientas de revisión y análisis espacial como Navisworks Manage. Los resultados del proceso de clash detection se documentarán mediante reportes automáticos y serán discutidos en reuniones semanales de coordinación.

AUTODESK®
NAVISWORKS®

Informe de conflictos

(A)-ARQ Cielo Raso vs ARQ Paredes Ext								Tolerancia	Conflictos	Nuevo	Activo	Revisado	Aprobado	Resuelto	Tipo	Estado
								0.025m	4	0	0	4	0	0	Estático	Aceptar

								Elemento 1				Elemento 2			
Imagen	Nombre de conflicto	Estado	Ubicación de rejilla	Descripción	Fecha de detección	Asignado a	Punto de conflicto	ID de elemento	Capa	Elemento Nombre	Elemento Tipo	ID de elemento	Capa	Elemento Nombre	
	Conflicto1	Revisado	G-1 : ARQ-P01-PLANTA-PB	Estático	2025/6/26 03:31	Lider ARQ	x:9975933.792, y:502387.250, z:16.271	ID de elemento: 640097	ARQ-P06-PLANTA-DE TERRAZA-N +13.74	Enlucido - Blanco	Sólido	ID de elemento: 840170	ARQ-P06-PLANTA-DE TERRAZA-N +13.74	Pladur Estruct	
	Conflicto2	Revisado	H-2 : ARQ-P01-PLANTA-PB	Estático	2025/6/26 03:31	Lider ARQ	x:9975938.566, y:502385.072, z:13.261	ID de elemento: 639197	ARQ-P05-PLANTA-ALTA 3-N +10.68	Enlucido - Blanco	Sólido	ID de elemento: 838141	ARQ-P05-PLANTA-ALTA 3-N +10.68	Pladur Estruct	
	Conflicto3	Revisado	H-2 : ARQ-P01-PLANTA-PB	Estático	2025/6/26 03:31	Lider ARQ	x:9975938.570, y:502385.051, z:10.201	ID de elemento: 639007	ARQ-P04-PLANTA-ALTA 2-N +7.62	Muro por defecto	Sólido	ID de elemento: 837895	ARQ-P04-PLANTA-ALTA 2-N +7.62	Pladur Estruct	
	Conflicto4	Revisado	H-2 : ARQ-P01-PLANTA-PB	Estático	2025/6/26 03:31	Lider ARQ	x:9975938.570, y:502385.051, z:7.141	ID de elemento: 755370	ARQ-P03-PLANTA-ALTA 1-N +4.56	Muro por defecto	Sólido	ID de elemento: 836496	ARQ-P03-PLANTA-ALTA 1-N +4.56	Pladur Estruct	

Ilustración 7 Informe de interferencias

Flujo de Coordinación y Clash Detection – NOVA HABITAT

Etap a	Actividad	Responsable	Herramienta / Medio	Frecuencia
1	Subida de modelos WIP a ACC (S0)	Líderes de disciplina	Revit / ACC	Semanal
2	Federación de modelos (NWD)	Coordinador BIM	Navisworks Manage	Quincenal
3	Clash detection automática	Coordinador BIM	Navisworks Manage	Quincenal
4	Clasificación de interferencias	Coordinador BIM	Clash Matrix	Quincenal
5	Revisión y resolución colaborativa	Líderes ARQ, EST, MEP	Revit / ACC / Navisworks	Semanal
6	Validación de modelos coordinados	BIM Manager / Coordinador BIM	Informe PDF / NWD validado	Según entregables (IDP)

Clasificación de Interferencias

Tipo de Interferencia	Descripción	Grado de Impacto
Crítica (Tipo 1)	Impide ejecución de obra o genera riesgo de colapso funcional	Alta
Moderada (Tipo 2)	Requiere rediseño menor pero no detiene obra	Media
Leve (Tipo 3)	No afecta funcionalidad; se resuelve en detalle constructivo	Baja

Planificación de fases y cronograma

La planificación por fases es una herramienta fundamental para organizar de manera estructurada el desarrollo progresivo de los modelos BIM, la entrega de información y la coordinación interdisciplinar. Según la Guía BEP del MITMA, “el

cronograma debe reflejar los hitos informativos relevantes del proyecto, alineando entregables con las fases de diseño, construcción y operación” (Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, 2020, p. 15).

En el caso del proyecto NOVA HABITAT, el cronograma BIM ha sido estructurado en función del Plan Maestro de Entregas (MIDP/IDP) y se articula en torno a cinco fases principales: planificación, diseño, coordinación, validación y operación. Estas fases están interrelacionadas con los usos BIM definidos y los niveles de desarrollo (LOD) aplicables en cada etapa.

Fases del Proyecto y Actividades BIM

Fase	Periodo	Actividad BIM Principal	LODs Aplicados	Responsables
1. Planificación	Mayo-2025	Definición del EIR, BEP, protocolo y plantilla de nomenclatura	LOD 100-200	BIM Manager
2. Diseño Preliminar	Junio-2025	Modelado inicial ARQ-EST-MEP, volumetría, revisión ambiental	LOD 200	Líderes de disciplina
3. Diseño Detallado	Julio-2025	Modelos disciplinares con desarrollo técnico y funcional	LOD 300-350	Líderes + Coordinador BIM
4. Coordinación y Clash Detection	Julio-2025	Integración de modelos, detección y resolución de interferencias	LOD 350	Coordinador BIM
5. Validación y Entrega	Agosto-2025	Revisión por el cliente, entregables formales, cronograma 4D y presupuesto 5D	LOD 350-400	BIM Manager / Cliente

Herramientas de Planificación Utilizadas

- Matriz IDP/MIDP: Define quién entrega qué, cuándo y en qué formato.
- Microsoft Excel / Project: Seguimiento de tiempos y secuencia de entregables.

- Navisworks Simulate: Simulación de construcción 4D para vincular modelo con tiempos.
- Autodesk Construction Cloud (ACC): Control documental, revisiones y aprobaciones.
- Reuniones semanales: Validación de avances e identificación de desvíos.

Estimación de Cantidades y Costos (BIM 5D)

La estimación de cantidades y costos es uno de los usos más estratégicos del modelo BIM, ya que permite vincular la información geométrica y paramétrica del modelo con el análisis económico del proyecto. Este proceso, conocido como BIM 5D, mejora la precisión de los presupuestos, reduce errores por descoordinación entre diseño y costos, y facilita la toma de decisiones financieras informadas.

Según la Guía BEP del MITMA, “la integración de la dimensión 5D en el modelo BIM permite automatizar el proceso de extracción de mediciones y su vinculación con bases de precios, favoreciendo la trazabilidad del presupuesto y la transparencia del proyecto” (Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, 2020, p. 16). A su vez, la norma ISO 19650-2 recomienda que esta información se estructure según clasificaciones reconocidas y niveles de información acordados (LOIN).

Procedimiento de Estimación de Cantidades y Costos en NOVA HABITAT

Etap a	Actividad	Responsable	Herramienta	Observaciones
1	Definición de parámetros LOIN	BIM Manager + Líderes disciplinares	Manual LOIN / BEP	Según uso: fase, propósito, unidad
2	Asignación de parámetros de medición	Modeladores BIM	Revit	Campos personalizados: tipo, unidad, rendimiento
3	Extracción de cantidades del modelo	Especialista 5D	Revit + Cost-It / Excel	Generación de cuadros de medición

4	Vinculación con base de precios	Especialista 5D / Coordinador BIM	Presto 5D	Asignación de costos unitarios (Base INEC, mercado local)
5	Generación de presupuesto dinámico	Especialista 5D	Presto / Excel	Presupuesto editable según avance de diseño
6	Revisión y validación	BIM Manager / Cliente	Reporte PDF / ACC	Aprobación de partidas clave por el cliente

Criterios de Costeo y Estructura de Datos

- Clasificación de partidas: Uniformat II / CSI MasterFormat / códigos internos según fase.
- Costos directos: materiales, mano de obra, equipos.
- Costos indirectos: logística, imprevistos, gestión BIM.
- Estructura por elemento constructivo (muros, cubiertas, carpintería, instalaciones).
- Separación por fase constructiva y ubicación (subniveles o zonas).
- Integración de criterios de sostenibilidad: selección de materiales con certificaciones EPD y análisis de ciclo de vida (LCA).



Ilustración 8 Programación 4D y 5D vinculadas al modelo federado

Ejemplo de Estructura de Presupuesto 5D – Proyecto NOVA HABITAT

La siguiente tabla muestra un desglose típico de costos BIM 5D estructurado por elemento constructivo, vinculado a parámetros del modelo y clasificado según

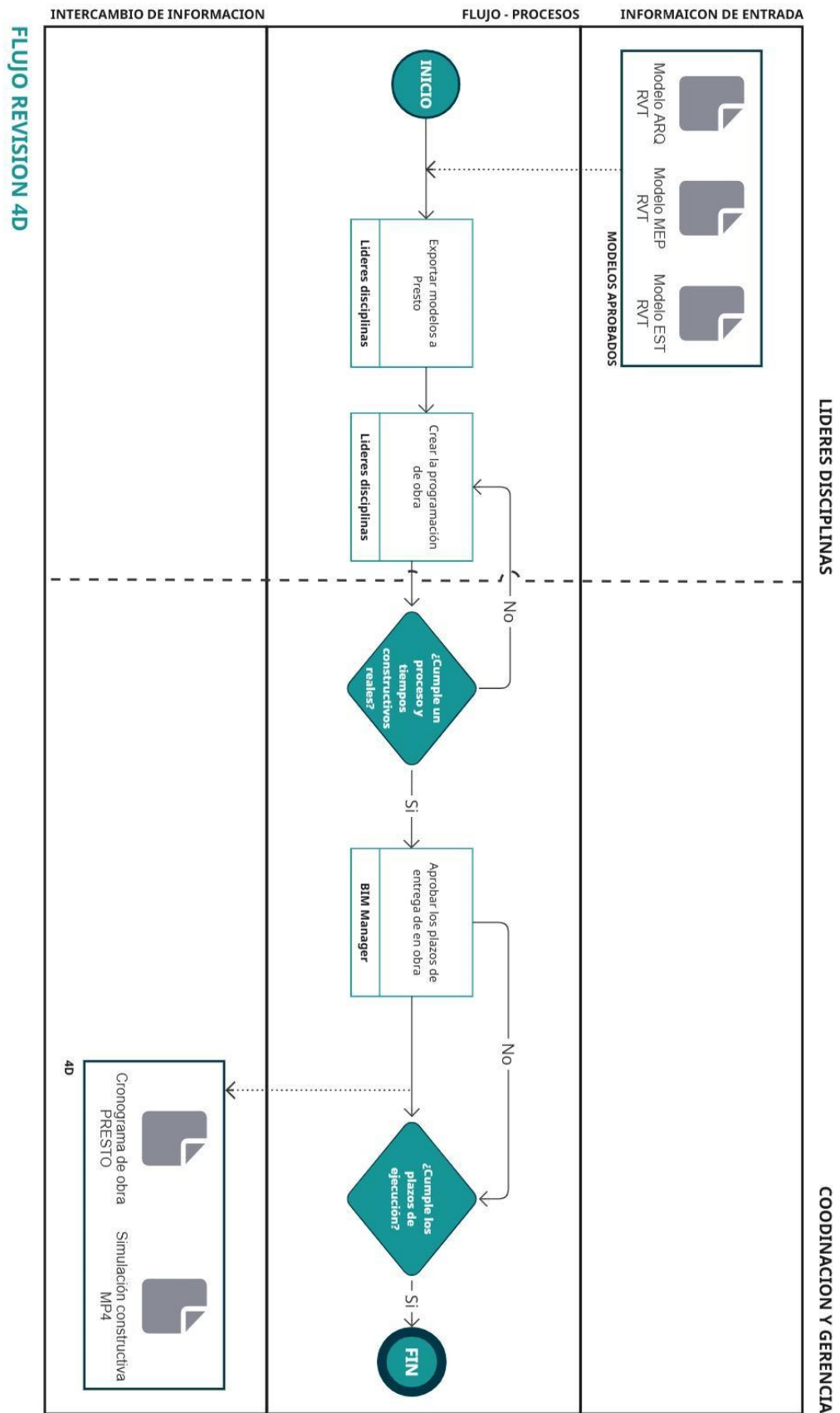
Unifomat II y LOIN. Esta estructura permite una estimación dinámica y trazable desde Revit hacia Presto/Cost-It.

Código	Elemento Constructivo	Descripción / Tipología	Unidad	Cantidad (BIM)	Costo Unitario	Costo Total	Fuente
A1010	Muros Estructurales	Hormigón armado 200 mm + acero A500	m ³	125.60	145.00 USD	18,212.00 USD	Base INEC / Local
A2010	Cerramiento Fachada	Panel compuesto aluminio + aislamiento + subestructura	m ²	230.00	165.00 USD	37,950.00 USD	Proveedor / catálogo
B1020	Puertas Exteriores	Aluminio con rotura de puente térmico	u	12	380.00 USD	4,560.00 USD	Lista proveedor
B2020	Ventanas	Doble vidrio bajo emisivo 6mm / ALU	m ²	88.50	240.00 USD	21,240.00 USD	Manual técnico BIM
D3010	Instalación Eléctrica	Canalización + cableado + tomacorrientes	m ² (área útil)	950.00	35.00 USD	33,250.00 USD	Referencia local
G2050	Urbanismo / Jardinería	Césped natural y riego por goteo	m ²	110.00	18.00 USD	1,980.00 USD	Manual de paisajismo

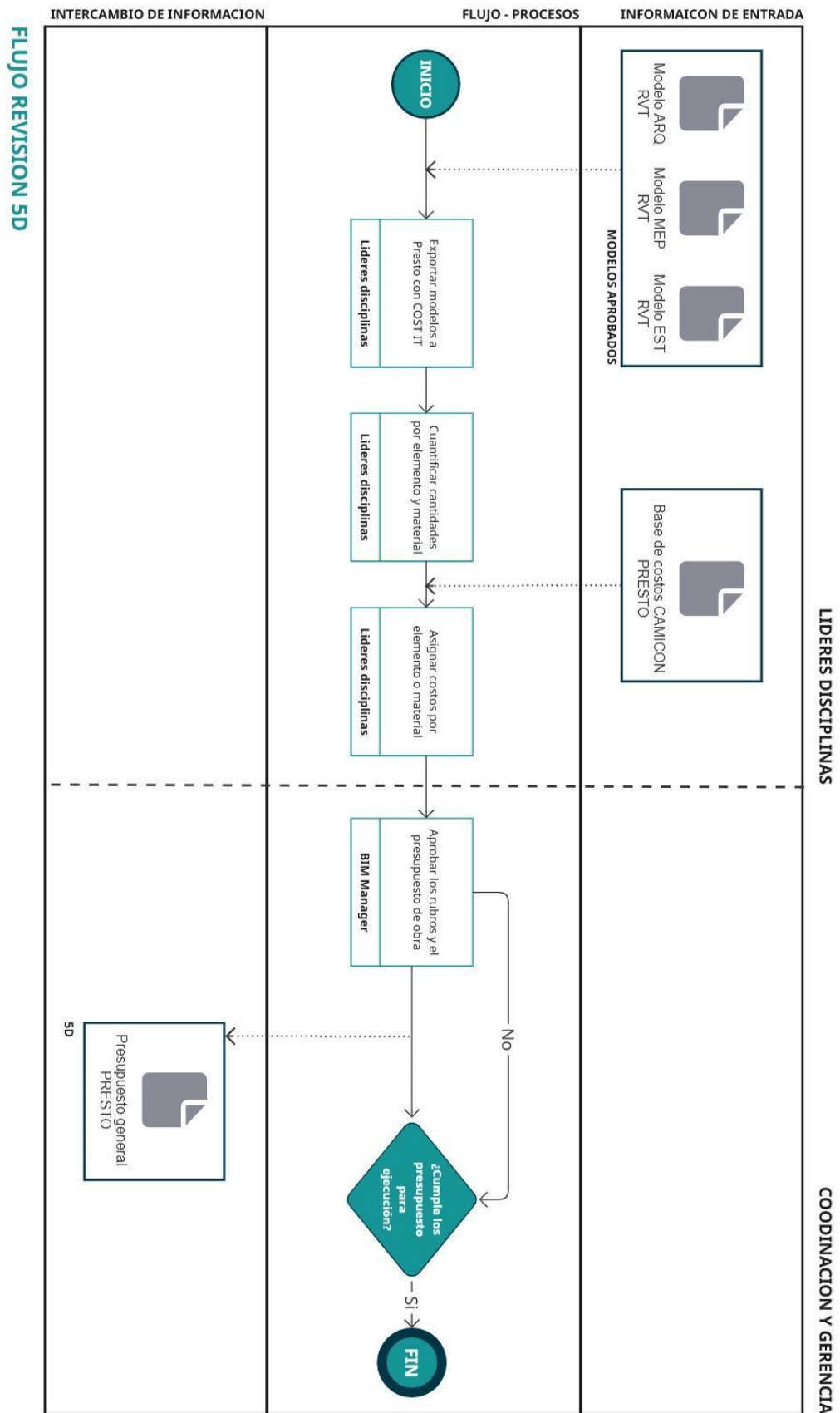
Parámetros BIM Vinculados (Revit/Presto)

- CódigoUnifomat: Código de clasificación (ej. A1010).
- TipoElemento: Tipo de muro, ventana, puerta, etc.
- UnidadMedida: m², m³, unidad, ml.
- Rendimiento: Factor de producción estimado.
- ProveedorReferencial: Fuente de datos económicos o comerciales.
- ID Presupuesto: Vínculo con tabla en Presto o Excel.

Flujo de simulación de programación – 4D



Flujo de revisión presupuesto – 5D



Estructura de Desglose del Proyecto

La estructura de desglose del proyecto (EDP) define la forma en que se divide, organiza y coordina el desarrollo de modelos BIM según disciplinas, fases, niveles y áreas funcionales. Este desglose es fundamental para establecer una jerarquía clara de información, facilitar la colaboración entre equipos y permitir el control modular del avance del modelo.

Según la Guía BEP, “la descomposición del proyecto en submodelos permite que diferentes agentes trabajen simultáneamente sobre elementos distintos del proyecto, mejorando la eficiencia y el control” (Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, 2020, p. 17).

Desglose por Disciplinas y Submodelos

Disciplina	Código	Submodelo	Descripción
Arquitectura	ARQ	ARQ-01	Modelo general arquitectónico (muros, puertas, ventanas, techos, acabados)
Arquitectura	ARQ	ARQ-02	Mobiliario fijo y elementos de diseño interior
Estructuras	EST	EST-01	Elementos estructurales de concreto armado
Estructuras	EST	EST-02	Fundaciones, vigas, losas, columnas
MEP – Eléctrico	MEP-E	MEP-E-01	Alimentadores, tableros, ductos, iluminación
MEP – Sanitario	MEP-S	MEP-S-01	Red de agua potable y aguas servidas
MEP – Climatización	MEP-HVAC	MEP-HVAC-01	Equipos, ductos y rejillas de ventilación
Coordinación BIM	COO	COO-01	Modelo federado coordinado (NWD)
Gestión documental	MNG	MNG-01	Documentación técnica, nomenclatura, protocolos

Fachadas	ARQ + MEP	FCH-01	Submodelo especializado para análisis y solución de sistema de fachada
-----------------	-----------	--------	--

Desglose por Niveles y Zonas

Nivel / Zona	Código	Descripción
Sótano	S01	Infraestructura y redes técnicas bajo rasante
Planta Baja	PB	Accesos, circulación principal, comercio
Planta Tipo	P01, P02	Vivienda – áreas habitacionales repetitivas
Terraza técnica	RT	Equipos de climatización y mantenimiento
Zona 1	Z01	Área frontal del terreno – acceso peatonal
Zona 2	Z02	Área posterior – espacio verde y servicio

Organización para Coordinación

- **Submodelos separados por disciplina** cargados y vinculados en un **modelo federado** coordinado (Navisworks).
- **Organización de vistas** según plantilla institucional: plantas, cortes, fachadas, detalles.
- Uso de **worksets y fases** en Revit para controlar visibilidad, tiempo y responsabilidad.
- Aplicación de **plantillas de vista y filtros por categoría** para revisión y documentación.

Estructura de trabajo por disciplina

Cada disciplina participante en el desarrollo del proyecto BIM debe estructurar su trabajo de forma ordenada, interoperable y trazable, de acuerdo con los criterios definidos en el BEP. Esta estructura organiza los modelos, vistas, familias, archivos y entregables según plantillas de trabajo estandarizadas, nomenclatura institucional y responsabilidades asignadas.

Según la Guía BEP, “la estructuración del modelo BIM por disciplina debe garantizar que la información generada sea coherente, coordinada y fácilmente integrable con el resto de los modelos del proyecto” (Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, 2020, p. 17). Cada equipo debe trabajar sobre su submodelo específico,

manteniendo integridad geométrica, compatibilidad de parámetros y codificación alineada al Manual de Nomenclatura BIM.

Arquitectura (ARQ)

Elemento	Detalle
Submodelos	ARQ-01 (modelado general) / ARQ-02 (mobiliario y acabados)
Estructura de vistas	Plantas arquitectónicas, cortes, fachadas, detalles constructivos, planos de acabados
Clasificación de elementos	Muros, pisos, puertas, ventanas, cubiertas, componentes
Worksets	Fachadas, estructura arquitectónica, mobiliario, entorno
Plantillas aplicadas	Vista general, detalle técnico, impresión PDF
LOD/LOIN objetivo	LOD 200–350 / Información de material, área, acabado, EPD

Estructuras (EST)

Elemento	Detalle
Submodelos	EST-01 (estructura general), EST-02 (cimentación y conexiones)
Estructura de vistas	Planos estructurales, detalles de conexión, cortes técnicos
Clasificación	Vigas, columnas, losas, zapatas, acero, concreto
Worksets	Fundaciones, estructuras horizontales y verticales
LOD/LOIN objetivo	LOD 300–350 / Propiedades estructurales, secciones, cuantificación

MEP – Instalaciones (MEP-E, MEP-S, MEP-HS)

Elemento	Detalle
Submodelos	MEP-E (eléctrico), MEP-S (sanitario), MEP-HVAC (climatización)
Estructura de vistas	Diagramas de red, plantas de instalaciones, isometrías
Clasificación	Canalizaciones, luminarias, redes de agua, rejillas HVAC, tableros

Worksets	Por sistema (eléctrico, sanitario, ventilación) y por planta
LOD/LOIN objetivo	LOD 300–350 / Diámetro, caudal, carga térmica, eficiencia energética

Coordinación (COO)

Elemento	Detalle
Submodelo	COO-01: Modelo federado (Navisworks NWD)
Estructura	Planificación de interferencias, checklist de coordinación
Flujo	Integración de modelos, clash detection, revisión y validación
Herramientas	Navisworks Manage, BIM 360, Excel de colisiones

- Cada disciplina es responsable del desarrollo, revisión y entrega de sus modelos, con control de versiones mediante el CDE (Autodesk Construction Cloud).
- Se mantiene una estructura común de carpetas, vistas y plantillas para facilitar la interoperabilidad.
- Los modelos deben estar georreferenciados y coordinados en origen compartido, según lo indicado en el BEP.

Requerimientos de Intercambio de Información

Los Requerimientos de Intercambio de Información (EIR) definen los criterios técnicos y operativos para la generación, organización, entrega y validación de los modelos y documentos del proyecto BIM. Este conjunto de lineamientos es obligatorio para todos los actores y disciplinas involucradas y busca garantizar la coherencia, interoperabilidad y trazabilidad de la información durante el ciclo de vida del activo.

Según la ISO 19650-2, el EIR debe contemplar aspectos relacionados con las normas de información, formatos, nomenclatura, niveles de detalle, frecuencia de entregas y calidad esperada, entre otros (ISO, 2018). En el caso de NOVA HABITAT, estos requerimientos han sido adaptados a partir del documento oficial NHBT-INB-FP-XX-EIR-MNG-001-EIR-S0-01 y se detallan a continuación.

Matriz de Intercambio de Información												
Basada en ISO 19650-2: Arquitectura, Estructura y MEP – Fase de Diseño y Construcción												
Nº	Fase del Proyecto	Uso BIM	Disciplina	Información a entregar	Responsable	Receptor	Formato	Frecuencia (Itens de coordinación)	Nivel de Información (LOIN)	Exclusiones	Justificación de las exclusiones	Uso BIM previsto
1	Diseño Preliminar	Modelado 3D inicial	Arquitectura	Modelo arquitectónico básico (zonificación, envolvente)	Líder ARQ	Coordinador BIM	RVT, PDF	Una vez por etapa	LOD 200 / LOX 300	Sin mobiliario tipo ni detalles de acabados	Información conceptual	Validación conceptual, coordinación preliminar
2	Diseño Preliminar	Modelado 3D inicial	Estructura	Ejes estructurales, columnas, vigas principales	Líder EST	Coordinador BIM	RVT, PDF	Una vez por etapa	LOD 200 / LOX 300	Sin armaduras ni análisis estructural	Información conceptual	Coordinación espacial con arquitectura
3	Diseño Preliminar	Modelado 3D inicial	MEP	Trazado redes principales (agua, electricidad, climatización)	Líder MEP	Coordinador BIM	RVT, PDF	Una vez por etapa	LOD 200 / LOX 300	Sin conexiones ni diagramas unifilares	Información conceptual	Análisis de interferencias preliminares
4	Diseño de Detalle	Modelado 3D detallado	Arquitectura	Modelo con familias, acabados, carpintería, muros interiores	Líder ARQ	Coordinador BIM, cliente	RVT, IFC	Quincenal	LOD 350/LOX 200	Sin señalética ni mobiliario decorativo	Coordinación espacial	Coordinación avanzada, validación con cliente
5	Diseño de Detalle	Modelado 3D detallado	Estructura	Armaduras, fundaciones, placas, anclajes	Líder EST	Coordinador BIM	RVT, IFC, DWG	Quincenal	LOD 300 / LOX 200	Sin detalles de montaje o soldaduras	Coordinación espacial	Análisis estructural, coordinación constructiva
6	Diseño de Detalle	Modelado 3D detallado	MEP	Redes completas con especificaciones técnicas y artefactos	Líder MEP	Coordinador BIM	RVT, IFC	Quincenal	LOD 300 / LOX 200	Sin secuencia de instalación ni balances térmicos	Coordinación espacial	Modelado federado, análisis de interferencias
7	Coordinación Final Diseño	Clash detection, modelo federado	Todos	Modelo federado, reportes de interferencias	Coordinador BIM	Cliente / Dirección técnica	NWD, PDF	Mensual	LOD 300 / LOX 200	Sin simulaciones constructivas	Modelo de planificación visual	Validación técnica, cierre de diseño
8	Evaluación técnica fachadas	Análisis comparativo de alternativas	Arquitectura	Estudio de alternativas sistema de fachada con criterios técnicos/económicos	Líder ARQ, Coordinador BIM	Cliente / Promotor	PDF, Excel, RVT	Por hito de decisión	LOD 350 / LOX 200	Sin detalles constructivos finales	Evaluación de la alternativa	Selección técnica y económica de fachadas
9	Documentación para obra	Documentación ejecutiva, cómputos métricos	Todos	Planos constructivos, cómputos métricos	Coordinadores disciplinares	Constructor, dirección obra	RVT, NWD, Excel	Final de diseño	LOD 350 / LOX 300	Sin simulaciones de rendimiento	Documentación constructiva sin simulaciones	Generación de cantidades, planificación 4D / 5D básica
10	Planificación	Modelo federado como producto final	Todos	Modelo federado final con integración de arquitectura, estructura y MEP para planificación	Coordinador BIM	Cliente / Dirección técnica	RVT, NWD, PDF	Final de planificación	LOD 350 / LOX 300	Sin simulaciones de procesos constructivos detallados	Modelo completo	Simulación de construcción, detección de cuellos de botella, validación final de coordinación
11	Cronograma de obra	Modelo 4D	Todos	Modelo con parámetros de tiempo vinculados por elemento (cronograma 4D)	Coordinador BIM	Cliente / Dirección técnica	RVT, Excel, Presto	Por hito de contratación	LOD 350 / LOX 350	Sin análisis de proveedores ni costos indirectos	Cronograma vinculado	Cómputos métricos, control de presupuesto, estimación de costos
12	Estimación de costos y presupuesto	Modelo 5D	Todos	Modelo con parámetros de costos vinculados por elemento (presupuesto 5D)	Coordinador BIM, gestor de costos	Cliente / Dirección técnica	RVT, Excel, Presto	Por hito de contratación	LOD 350 / LOX 350	Sin análisis de control de tiempos	Presupuesto general	Cómputos métricos, control de presupuesto, estimación de costos

Ilustración 9 Matriz de intercambio de información

Normas de información

Las siguientes normas y guías técnicas regulan la producción, intercambio y validación de la información:

Norma / Guía	Contenido Aplicado
ISO 19650-1 y 2	Gestión de la información en entorno colaborativo (EIR, BEP, MIDP, CDE)
ISO 16739 (IFC)	Interoperabilidad de modelos en formatos abiertos
EN 17412-1:2020	Definición de niveles de información requeridos (LOIN)
LOD Specification (BIMForum)	Nivel de desarrollo geométrico y no gráfico
BS 1192 + A1	Codificación, control de versiones y organización de archivos
Manual de Nomenclatura NHBT-INB-FP-XX-MNL-MNG-001	Estructura de archivos, abreviaturas, códigos por vista, plano, elemento y familia
ISO 9001 / ISO 14001 / ISO 45001	Control de calidad, sostenibilidad y gestión de seguridad integrada en procesos BIM

Convenciones de nomenclatura

Para garantizar la organización estandarizada de los archivos, vistas, familias y entregables, se aplican las siguientes convenciones, conforme al manual institucional:

Nomenclatura de Archivos

Formato:

NHBT-INB-FP-XX-[DISC]-[TIPO]- NIVEL]- Descripcion-[[VERSIÓN]

Ejemplo:

NHBT-INB-FP-AR-PLN-Levantamiento-P01-A1

- Proyecto NOVA HABITAT,
- Disciplina ARQ,
- plano de planta nivel 1,
- Versión A1

Abreviaturas de disciplinas

Disciplina	Código
Arquitectura	ARQ
Estructura	EST
MEP Eléctrico	MEP-E
MEP Sanitario	MEP-S
MEP Hidrosanitario	MEP-HS
Coordinación BIM	COO
Gestión	MNG

Nomenclatura de vistas en Revit

Tipo de Vista	Código
Planta Arquitectónica	PLA
Corte Longitudinal	CLL
Fachada Principal	FCP
Detalle Constructivo	DET
3D General	V3D

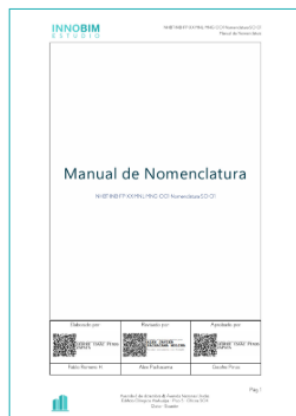
Códigos designados

Se establecen códigos específicos para identificar el uso, nivel, y fase de cada vista o plano, permitiendo rastrear su función dentro del proyecto:

Código de Vista	Uso Principal	Aplicación
PLA-P01	Planta nivel 1	Documentación gráfica – arquitectura
CLL-E01	Corte estructural eje 1	Coordinación estructural
DET-MEP01	Detalle HVAC – red principal	Validación técnica de instalaciones
V3D-ARQ-COORD	Vista 3D de coordinación	Clash detection y presentación
PLN-EXT	Plano exterior completo	Entrega PDF final a cliente
S6-FC-AR-PLN-PB	Carpeta CDE Entrega Final (S6), Fachada, ARQ, Planta Baja	Identificación en ACC

Estrategias de Mejora de Modelos

Las estrategias de mejora de modelos BIM tienen como finalidad asegurar su calidad, eficiencia operativa, trazabilidad y adaptabilidad para su uso en las distintas fases del ciclo de vida del proyecto. Estas estrategias contemplan tanto aspectos técnicos (coherencia geométrica, precisión, interoperabilidad), como de gestión (estructura de archivos, flujos de coordinación, rendimiento del modelo).



MANUAL DE NOMENCLATURA

NHBT-INB-FP-XX-MNL-MNG-001-Nomenclatura-S0-01



LIBRO DE ESTILOS

NHBT-INB-FP-XX-MNL-MNG-001-Estilos-S0-01



MANUAL DE PROTOCOLO

NHBT-INB-FD-XX-INF-MNG-001-Protocolo-S0-01

Ilustración 10 Documentos base de protocolos

Estrategia de federación

La federación de modelos es el proceso de integración de los submodelos disciplinares en un único modelo central coordinado. Este modelo federado permite detectar interferencias, validar coherencia espacial y generar entregables coordinados para construcción o revisión.

Elemento	Detalle
Herramienta de federación	Autodesk Navisworks Manage
Frecuencia	Quincenal (revisión previa a entregas)
Responsable	Coordinador BIM
Submodelos federados	ARQ, EST, MEP (HVAC, eléctrico, sanitario), Fachada
Resultado	Archivo NWD con reporte de interferencias y checklist de coordinación

Georreferenciación

La georreferenciación garantiza que todos los modelos estén alineados a un mismo sistema de coordenadas real, evitando desplazamientos entre disciplinas y facilitando la vinculación con datos topográficos, GIS o análisis ambientales.

Sistema de coordenadas	WGS84 / UTM 17S
Punto base compartido	Centro de la planta baja – eje A1
Herramienta aplicada	Revit (Shared Coordinates) / Revisión en Navisworks
Aplicación	Compatibilidad con plataformas GIS, análisis solar, interferencias reales

Organización de archivos

La organización de archivos sigue un sistema estandarizado para facilitar su identificación, control de versiones y trazabilidad en el entorno común de datos (CDE – ACC).

Formato de nomenclatura	NHBT-INB-FP-XX-[DISC]-[TIPO]-[NIVEL]-[VERSIÓN]
Estructura de carpetas en ACC	S0: WIP / S1: Coordinación / S4: Validación / S6: Entrega / S7: As-Built
Control de versiones	Revisión automática por ACC y manual en matriz de entregas
Plantillas aplicadas	Por disciplina y tipo de entregable (plano, modelo, informe)

Fuente: *Manual de Nomenclatura NHBT-INB-FP-XX-MNL-MNG-001*

Gestión del tamaño de los archivos

El control del tamaño de los archivos es fundamental para garantizar el rendimiento del modelo, la estabilidad de la plataforma y la eficiencia en las sesiones colaborativas. Se establecen límites y prácticas recomendadas:

Disciplina	Tamaño máximo recomendado por archivo (RVT)	Prácticas de optimización
Arquitectura	≤ 200 MB	Uso de worksets, limpieza periódica, vistas duplicadas
Estructura	≤ 150 MB	Uso de familias livianas, niveles organizados

MEP (cada sistema)	≤ 180 MB	Dividir por disciplina (HVAC, sanitario, eléctrico)
Modelo federado (NWD)	≤ 300 MB	Solo geometría necesaria + datos clave

Otras medidas:

- Limpieza con herramientas como Purge, Audit, Compact.
- Eliminar vínculos obsoletos, vistas no utilizadas y familias redundantes.
- Evitar modelado excesivo de detalles en etapas tempranas (LOD progresivo).

Procedimientos de Colaboración

Los procedimientos de colaboración definen la forma en que los distintos actores del proyecto BIM interactúan para compartir, revisar, validar y gestionar la información de manera segura y estructurada. Estos procesos deben estar basados en flujos de trabajo estandarizados, roles bien definidos y el uso de un entorno digital común.

Según la ISO 19650-2, “la gestión de la información debe apoyarse en un entorno común de datos (CDE) y una herramienta de gestión documental que garantice trazabilidad, control de versiones, seguridad y transparencia” (ISO, 2018). La Guía BEP también enfatiza que una buena colaboración depende del uso correcto de plataformas y convenciones homogéneas (MITMA, 2020, p. 18)

Sistema de gestión documental (EDMS)

Para este proyecto, se adopta como EDMS la plataforma Autodesk Construction Cloud (ACC), que permite almacenar, controlar, revisar y compartir archivos de forma estructurada en la nube.

Funcionalidad	Aplicación en ACC
Gestión de usuarios y permisos	Control de acceso por disciplina, rol y fase
Versionado automático	Registro cronológico de revisiones con historial
Revisión y comentarios	Marcado en PDF/3D, asignación de tareas, verificación

Auditoría	Registro de actividad, flujo de aprobación
Integración con Revit/Navisworks	Publicación directa desde el software de modelado

Entorno Común de Datos (CDE)

El CDE está estructurado según las recomendaciones de la ISO 19650, en carpetas con estados de información claramente diferenciados:

Estado	Nombre / Código	Uso	Acceso
Trabajo en progreso	S0 - WIP (Work In Progress)	Modelos en desarrollo interno por disciplina	Solo equipo modelador
Compartido para coordinación	S1 - Shared	Modelos compartidos entre disciplinas para federación y clash detection	Coordinador BIM y líderes disciplinares
Validado para revisión del cliente	S4 - Review	Modelos listos para revisión y validación	BIM Manager y cliente
Publicado / Entregado	S6 - Published	Entregables oficiales del proyecto (PDF, IFC, NWD)	Cliente y autoridades
Archivado / Histórico	S7 - Archive	Copias de seguridad y versiones finales	BIM Manager

Cada carpeta está organizada por disciplina, tipo de documento, fase y fecha. Los archivos se nombran según el sistema oficial de nomenclatura (ver capítulo 4.2).

Plataformas y formatos aceptados

Tipo	Plataforma / Software	Formatos aceptados
Modelado	Autodesk Revit	RVT
Coordinación	Autodesk Navisworks	NWD / NWC
Gestión documental	Autodesk Construction Cloud (ACC)	RVT, PDF, DWG, XLSX, IFC, NWD

Visualización web	ACC / BIM 360 Docs / Revit Viewer	PDF, RVT, NWD
Formato abierto interoperable	IFC – ISO 16739	IFC 2x3 / IFC 4
Presupuestos y cuantificación 5D	Presto / Cost-It	XLSX, BC3
Simulación 4D	Navisworks Simulate	NWD / XML vinculado con cronograma
Informes técnicos	MS Excel / Word / Power BI	PDF / XLSX / DOCX / PBIX

Procedimientos de Producción e Intercambio

Este capítulo define los lineamientos técnicos para la elaboración, validación y entrega de información entre los diferentes actores del proyecto, asegurando la coherencia entre disciplinas, el cumplimiento de los requisitos contractuales (EIR) y la trazabilidad de los modelos y documentos a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

Según la Guía BEP, “el intercambio de información debe estar regulado por procedimientos normalizados, formatos interoperables y un sistema de codificación que permita identificar de forma inequívoca cada entrega” (MITMA, 2020, p. 20).

Requisitos de formatos

Los formatos aceptados en el proyecto se clasifican según el tipo de uso, disciplina y fase. Estos garantizan la interoperabilidad entre plataformas, la compatibilidad para revisión, y el cumplimiento con normas como ISO 16739 (IFC).

Tipo de Información	Formato Principal	Uso / Plataforma	Observaciones
Modelo BIM nativo	RVT (Revit)	Desarrollo disciplinar	Archivo fuente editable
Modelo coordinado	NWD / NWC	Coordinación y federación (Navisworks)	Revisión de interferencias

Documentación gráfica	PDF (A1/A3)	Entregables técnicos	Planos firmados digitalmente
Cuantificación y Costos	XLSX / BC3	Cost-It, Presto	Presupuesto vinculado a modelos
Documentos de texto	DOCX / PDF	Informes y actas	Actas, matrices de validación, minutas
Formato interoperable	IFC 2x3 / IFC 4	Revisión por cliente o software externo	Aprobado según ISO 16739
Cronograma BIM 4D	XML / NWD	Planificación temporal	Vinculado desde Navisworks
Datos de auditoría	XLSX / PDF	Control de calidad	Checklist, reportes de colisiones, seguimiento de incidencias

Documentos y entregables por hitos

Los entregables se agrupan según los hitos del cronograma BIM (ver capítulo 2.13) y son organizados en el CDE según la estructura S0–S7. Cada hito debe cumplir con los niveles LOD/LOIN y formatos definidos, además de pasar por revisión previa y validación.

Hito	Entregables Principales	Formato / Nivel LOD	Responsables
Diseño Preliminar	Modelo ARQ + concepto fachada	RVT / PDF / IFC / LOD 200	Líder ARQ / BIM Manager
Diseño Detallado	Modelos ARQ, EST, MEP + fachada	RVT / NWD / PDF / LOD 300–350	Todos los líderes disciplinarios
Coordinación BIM	Modelo federado + reporte de interferencias	NWD / Clash Report (PDF)	Coordinador BIM
Entrega cliente revisión	Entregables gráficos + presupuesto 5D + cronograma 4D	PDF / XLSX / NWD / LOD 350	BIM Manager
Entrega final	Modelos validados + planos + presupuesto aprobado	IFC / PDF / XLSX / DOCX	BIM Manager / Cliente

Modelo As-Built	Modelo real construido + parámetros 6D	RVT / IFC / PDF / LOD 500	Coordinador BIM / Constructora
Documentación técnica	Manuales, fichas técnicas, matrices de validación	PDF / XLSX	Coordinador BIM / QA

Coordinación

La coordinación de modelos BIM tiene como objetivo garantizar la compatibilidad entre disciplinas, la detección y resolución oportuna de interferencias, y la validación del cumplimiento de los estándares definidos. Estos procesos son clave para evitar errores en obra, minimizar retrabajos y asegurar la calidad de los entregables.

Según la Guía BEP, “la coordinación BIM no debe limitarse a la revisión geométrica, sino también abarcar aspectos informativos y de calidad para una entrega fiable y útil” (MITMA, 2020, p. 21).

ARQ - EST - MEP



Ilustración 11 Informes de coordinación generados interdisciplinarios

Tipos de pruebas

Las pruebas aplicadas durante el proceso de coordinación se dividen en pruebas geométricas, informativas y funcionales:

Tipo de Prueba	Objetivo	Herramienta	Frecuencia
Visual	Verificar alineación, modelado correcto y ubicación de elementos	Revit, Navisworks	Semanal
Clash Detection	Identificar interferencias entre disciplinas	Navisworks Manage	Quincenal
Validación de parámetros	Verificar consistencia de datos LOIN (materiales, ID, codificación)	Excel / ACC	Quincenal
Revisión normativa	Evaluar cumplimiento de normas locales (espacios mínimos, rutas)	Checklists / manual técnico	Según hito
Revisión de entregables	Validar cumplimiento con el IDP en forma y contenido	ACC / PDF Reviewer	Por hito contractual

Clasificación de interferencias

Para el análisis y resolución de conflictos se utilizará una tipología de interferencias basada en su gravedad y prioridad de resolución:

Tipo	Descripción	Impacto	Resolución esperada
Tipo 1 – Crítica	Impide la ejecución de obra o representa un conflicto funcional grave	Alta	Inmediata
Tipo 2 – Moderada	Requiere rediseño o coordinación, pero no detiene la obra	Media	Antes de la próxima entrega
Tipo 3 – Leve	Errores menores sin consecuencias funcionales	Baja	Al consolidar entregables

Protocolo de coordinación y calidad

El proceso de coordinación sigue una secuencia definida que incluye:

- Carga de modelos WIP en ACC por cada disciplina (S0).
- Federación quincenal de los modelos en Navisworks.
- Generación automática de colisiones por zonas, niveles y sistemas.
- Reporte de interferencias clasificado por tipo y responsable.
- Asignación de tareas correctivas vía ACC.

- Revisión cruzada de solución antes de nueva federación.
- Checklists de revisión técnica e informativa antes de cada entrega.

La revisión incluye también aspectos informativos: presencia de parámetros clave (material, código, clasificación), uso de familias aprobadas y limpieza de vistas.

Tolerancias y estándares de revisión

Se establecen tolerancias geométricas mínimas aceptables para evitar interferencias innecesarias y asegurar precisión constructiva.

Elemento	Tolerancia Aceptada	Referencia
Conducto vs. Viga / Forjado	≥ 50 mm de separación	Revisión BIM MEP
Ductos vs. Tuberías paralelas	≥ 25 mm entre ejes	Manual interno
Muros y columnas contiguas	≤ 5 mm de diferencia	Modelado ARQ / EST
Alineación de niveles	Máx. 10 mm de desviación vertical	Coordenadas compartidas
Colisiones informativas	0 – todos los elementos deben tener parámetros obligatorios completos	LOIN institucional

Auditoría y Control de Calidad

El control de calidad es una parte esencial del flujo BIM, ya que asegura que los modelos entregados cumplan con los requisitos técnicos, normativos e informativos establecidos en el BEP y el EIR. La auditoría debe realizarse de forma periódica y automatizada, complementada con revisiones manuales que validen tanto la geometría como los datos asociados a los elementos modelados.

Según la Guía BEP, “las auditorías deben ser planificadas como parte del proceso de control de calidad, evaluando parámetros como la estructura del modelo, la codificación, la nomenclatura, el uso de plantillas y la consistencia con los entregables definidos” (MITMA, 2020, p. 22).

Model Checker (Revit)

Se utilizarán herramientas integradas o complementarias a Revit como la herramienta de interoperabilidad Model-Checker para la auditoría interna de los modelos por disciplina.

Model Checker Arquitectura

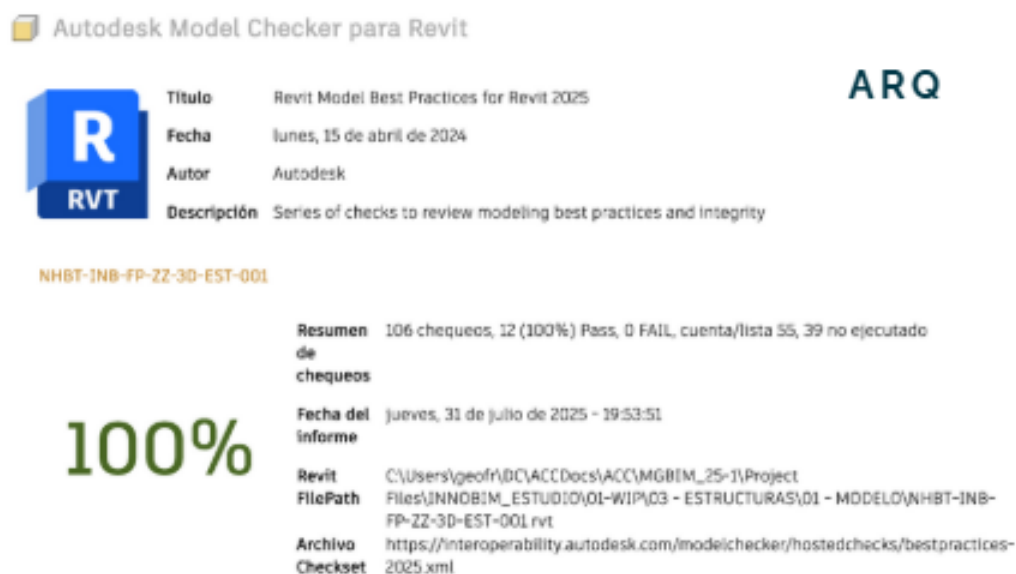


Ilustración 12 Model checker arquitectura

Model Checker Estructura



Ilustración 13 Model checker estructura

Model Checker MEP

 Autodesk Model Checker para Revit



Título Revit Model Best Practices for Revit 2025
Fecha lunes, 15 de abril de 2024
Autor Autodesk
Descripción Series of checks to review modeling best practices and integrity

NHBT-INB-FP-3D-MEP-001-Rub Mep-San-S0-01

100%

Resumen de chequeos 106 chequeos, 9 (100%) Pass, 0 FAIL, cuenta/lista 49, 48 no ejecutado
Fecha del informe jueves, 31 de julio de 2025 - 22:04:34
Revit FilePath C:\Users\Stalyn 2023\Downloads\NHBT-INB-FP-3D-MEP-001-Rub Mep-San-S0-01.rvt
Archivo Checkset <https://interoperability.autodesk.com/modelchecker/hostedchecks/bestpractices-2025.xml>

Ilustración 14 Model checker MEP

Objetivo	Verificar consistencia geométrica y paramétrica de los modelos disciplinarios
Parámetros auditados	Nombre de tipo, ID, materiales, clasificación, LOD, LOIN
Revisión automatizada	Scripts Dynamo, plugins Model Checker for Revit
Frecuencia	Quincenal antes de cada federación

Revisión de interferencias (Navisworks)

El proceso de detección de colisiones será auditado con Navisworks Manage, permitiendo clasificar interferencias por tipo, disciplina y severidad.

Herramienta	Navisworks Manage – Clash Detective
Resultados	Listado de interferencias, filtros por nivel, sistema, tipo
Coordinador BIM	Responsable del análisis y reporte
Documentación	Clash Matrix en Excel + Reporte PDF

Revisión de vínculos

Todos los modelos deben cumplir con la estructura de vínculos definidos en el BEP. Se realizará una validación de:

- Ubicación correcta de archivos vinculados
- Coordenadas compartidas activas
- No duplicación de vínculos
- Actualización periódica de referencias

Esta revisión se realiza directamente en Revit, con checklist por parte del Coordinador BIM y validación del BIM Manager en entregas clave.}

Informes de auditoría

Se generará un informe de auditoría por cada fase de coordinación y entrega, documentando:

Contenido del Informe	Formato
Resumen de revisión de parámetros (Revit)	PDF / XLSX
Listado de interferencias por tipo	Excel (Clash Matrix)
Observaciones y recomendaciones	DOCX
Capturas de errores críticos	PDF o imagen
Validación de estructura de carpetas y nomenclatura	Checklist BEP

Todos los informes se alojan en el CDE (ACC) en la carpeta S4 – Revisión y son aprobados por el BIM Manager antes de cualquier entrega oficial.

Federación interdisciplinar

El modelo federado será evaluado en términos de:

- Consistencia geométrica entre disciplinas
- Ausencia de colisiones críticas sin resolver
- Correcta estructura por niveles, zonas y fases
- Verificación de cumplimiento con entregables del IDP

Herramienta	Navisworks Manage + Visor ACC
Frecuencia	Cada ciclo de coordinación
Responsable	Coordinador BIM + Líderes de disciplina
Resultado esperado	Modelo federado NWD limpio, con tolerancias aceptadas

Entregables Finales y Gestión de Información

Este capítulo reúne las condiciones técnicas y organizativas para la entrega formal de modelos y documentación, asegurando que la información producida durante el ciclo de vida del proyecto BIM sea verificable, trazable, reutilizable y conforme a los requisitos definidos por el cliente en el EIR.

La entrega final debe contemplar tanto los modelos digitales como la documentación asociada, los reportes de auditoría y los elementos informativos clave como cronogramas 4D y presupuestos 5D. Todo ello debe gestionarse bajo criterios de control de calidad, interoperabilidad y estructura coherente de archivos.

Protocolo de coordinación

El objetivo principal del protocolo de coordinación en el proyecto NOVA HABITAT es establecer una metodología clara, estructurada y colaborativa para la validación técnica de los modelos disciplinarios que componen el entorno BIM del proyecto. Esta coordinación se realiza mediante un proceso iterativo de revisión, retroalimentación y aprobación, que garantiza que cada modelo cumpla con los estándares geométricos, informativos y normativos definidos en el BEP y el EIR, antes de ser integrado al modelo federado.

El protocolo no solo busca detectar y corregir interferencias entre disciplinas, sino también asegurar la trazabilidad documental, el control de versiones, y el alineamiento de la información compartida dentro del entorno común de datos (CDE, Autodesk Construction Cloud). A través de flujos de aprobación digital, el sistema permite verificar la calidad de los modelos en términos de:

- Geometría adecuada y correcta ubicación espacial
- Cumplimiento de los parámetros obligatorios (LOIN)
- Estructura de vistas, niveles, vínculos y familias autorizadas
- Coherencia con los entregables y cronogramas establecidos (IDP/MIDP)
- Documentación asociada para validación del cliente

Asimismo, este protocolo establece responsabilidades por parte de los líderes disciplinares, del Coordinador Manager en cada fase de revisión, fomentando un entorno colaborativo basado en la transparencia, la mejora continua y la detección temprana de errores. De esta manera, el protocolo de coordinación se convierte en un componente clave para garantizar la calidad técnica del modelo federado y la confiabilidad de la información BIM para la toma de decisiones y la planificación constructiva.

- Validación de federación final sin colisiones críticas.
- Checklist de cumplimiento del BEP y del IDP.
- Coordinación documentada entre disciplinas (revisión por pares).
- Confirmación de niveles LOD/LOIN alcanzados según fase.
- Firma de conformidad técnica por el Coordinador BIM y BIM Manager.

Etapas del Protocolo

- I. Revisión interna del modelo disciplinar por parte del líder de cada disciplina.
- II. Subida del modelo al entorno común de datos (ACC) en la carpeta correspondiente del estado S0 - WIP.
- III. Activación del flujo de aprobación en ACC, creado por el BIM Manager, para que el Coordinador BIM revise el modelo.
- IV. Emisión del dictamen de revisión en uno de los siguientes estados:
 - Aprobado
 - Aprobado con comentarios
 - Rechazado
- V. Si el modelo es aprobado, el Coordinador BIM lo mueve a la carpeta S1 - Shared / Referencias para su uso en coordinación.

Flujo de Revisión y Aprobación

En el módulo de revisión de ACC, el BIM Manager define flujos de aprobación de una sola etapa, permitiendo a los revisores (Coordinador BIM o BIM Manager) emitir sus evaluaciones con comentarios y registrar trazabilidad.

Estados de Revisión y Comentarios

Los revisores podrán seleccionar el estado de revisión desde el panel de ACC y añadir comentarios contextualizados:

Estado	Descripción
Aprobado	Cumple con los requisitos definidos en el BEP. Listo para federación.
Aprobado con comentarios	Puede ser federado, pero requiere ajustes menores.
Rechazado	No cumple con parámetros críticos. Debe ser corregido y reenviado.

Ubicación de Archivos Revisados dentro del CDE

Una vez aprobado, el archivo es movido por el Coordinador BIM a la siguiente ruta dentro de ACC:

02-INNOBIM/

└─ 00 INFORMACIÓN DEL PROYECTO/

└─ 01-WIP/

└─ 00-REFERENCIAS/

└─ 01-ARQ/

└─ 02-REFERENCIA/

Entorno Común de Datos (CDE) - Autodesk Construction Cloud (ACC).



Ilustración 15 Organización del CDE

Prioridades de Modelos

Según los lineamientos establecidos, el desarrollo de modelos debe responder a una secuencia de madurez disciplinar, para asegurar una base estable antes de iniciar procesos dependientes como coordinación o interferencias. Las prioridades son:

Disciplina	Condición de avance mínima para liberar modelado
Arquitectura (ARQ)	Inicia el modelado base (LOD 200–300)
Estructuras (EST)	Se habilita cuando ARQ esté al 60% con niveles definidos
MEP (todas)	Solo puede iniciar con ARQ + EST al 60–80% coordinado (LOD 300 mínimo)
Coordinación (COO)	Inicia tras primera federación de ARQ + EST (al menos)

Diseño de Pruebas de Coordinación

Se definen tres niveles de pruebas BIM:

Tipo de Prueba	Objetivo	Frecuencia	Herramienta
Visual (modelo disciplinar)	Verificar geometría, vistas, vínculos, nomenclatura	Semanal	Revit

Clash Detection	Detectar interferencias entre disciplinas	Quincenal	Navisworks Manage
Validación informativa	Verificar parámetros obligatorios (LOIN)	Quincenal	ACC + Excel Model Checker

Matriz de Colisiones Detallada

La siguiente matriz permite clasificar interferencias detectadas durante la coordinación, con base en severidad, tipo, responsables y plazos de corrección:

Código	Tipo de Colisión	Disciplinas Involucradas	Impacto	Responsable de corrección	Plazo Máximo de Solución
C1	Ducto atraviesa viga estructural	MEP – EST	Crítico	Líder MEP / Coordinador BIM	2 días
C2	Puerta bloqueada por tubería	ARQ – MEP	Moderado	Líder ARQ	4 días
C3	Solape de luminaria y falso techo	MEP-E – ARQ	Leve	Modelador MEP	5 días
C4	Red sanitaria fuera de pendiente mínima	MEP-S	Crítico	Líder MEP-S	2 días
C5	Nivel de proyecto mal alineado entre disciplinas	ARQ – EST – MEP	Crítico	Coordinador BIM	1 día

Tolerancias de Coordinación por Tipo de Elemento

Establecidas para evitar interferencias innecesarias y mantener criterios realistas de revisión:

Elemento	Tolerancia aceptada	Criterio / Justificación
----------	---------------------	--------------------------

Ductos vs. Vigas	≥ 50 mm	Revisión estructural funcional
Bandejas vs. Tuberías paralelas	≥ 25 mm entre ejes	Espacio de mantenimiento
Equipos MEP vs. muros	≥ 30 mm	Espacio libre para montaje
Superposición de modelos	0 mm (coincidencia total en origen)	Georreferenciación precisa
Ausencia de parámetros clave	No permitido	Validación informativa obligatoria

Diseño de pruebas:

El diseño de pruebas BIM establece los procedimientos, herramientas y criterios que se utilizarán para **verificar y validar** los modelos disciplinarios antes de cada entrega o federación. Este sistema incluye tres niveles de revisión: geométrica, informativa y normativa, y es responsabilidad compartida entre los líderes de disciplina, el Coordinador BIM y el BIM Manager.

Tipo de Prueba	Descripción	Herramienta / Medio	Frecuencia	Responsable
1. Revisión Visual	Verificación manual de geometría, vistas, vínculos, niveles y nomenclatura	Revit (vista 3D, cortes)	Semanal	Líder de disciplina
2. Clash Detection	Revisión de interferencias entre modelos disciplinarios	Navisworks Manage	Quincenal	Coordinador BIM
3. Validación Informativa	Revisión de parámetros obligatorios, nombres, clasificaciones, unidades	Excel + Model Checker for Revit	Quincenal	Coordinador BIM / QA

4. Prueba de Coordinación Vertical	Alineación de niveles, elevaciones, grids y puntos de origen	Revit / Navisworks	En cada federación	Coordinador BIM
5. Auditoría de Vínculos	Verificación de vínculos activos, actualizados y sin errores	Revit	Antes de cada entrega	Coordinador BIM
6. Revisión Normativa	Cumplimiento de espacios, pendientes mínimas, alturas libres, normativas locales	Checklist técnico	Por fase	Consultor técnico / QA

Matriz de interferencias detallada

Esta matriz permite clasificar, registrar, asignar y hacer seguimiento de cada interferencia detectada durante los procesos de federación y coordinación del modelo BIM. Cada colisión es documentada con su tipo, ubicación, disciplinas involucradas, responsable de corrección y estado de resolución.

Hitos de coordinación

Los hitos de coordinación representan los momentos clave dentro del proceso BIM en los cuales se evalúan los modelos integrados, se emiten reportes de colisiones, se aprueban avances técnicos y se liberan entregables para su uso en fases posteriores (presupuesto, planificación, construcción, etc.).

Cada hito requiere la ejecución de actividades de federación, revisión de interferencias, generación de matrices de colisiones y validación formal del cumplimiento de los requerimientos del BEP y EIR

Hito	Fecha Estimada	Actividades Clave	Requisitos BIM	Responsables
H1 – Primer Modelo Coordinado ARQ + EST	15/julio/2025	Federación inicial entre arquitectura y estructura	LOD 300 / Coordinación vertical	Coordinador BIM + Líderes ARQ y EST

H2 – Coordinación ARQ + EST + MEP (1ª iteración)	25/julio/2025	Clash detection tridisciplinar inicial	LOD 300	Coordinador BIM + Todos los líderes disciplinares
H3 – Entrega de Informe de Colisiones N°1	27/julio/2025	Matriz detallada de interferencias + tareas asignadas	Reporte en ACC + Clash Matrix	Coordinador BIM
H4 – Revisión de Resoluciones y 2ª Federación	03/agosto/2025	Revisión de tareas resueltas + nueva federación	LOD 350 preliminar	Coordinador BIM + BIM Manager
H5 – Aprobación para Entrega Técnica Cliente	08/agosto/2025	Validación de entregables gráficos + modelo federado	LOD 350 aprobado / validación ACC	BIM Manager + Cliente
H6 – Coordinación Final / Preconstrucción	25/agosto/2025	Modelo final federado libre de colisiones críticas	LOD 400 / checklist completo	Coordinador BIM + QA
H7 – Entrega As-Built Coordinado	Según construcción	Validación de modelo construido con ajustes en campo	LOD 500 / georreferenciado / informativo completo	BIM Manager + Constructora

Georreferenciación de modelos

La georreferenciación de los modelos es un aspecto esencial en la gestión de proyectos BIM, ya que permite asegurar la coherencia espacial entre disciplinas, la interoperabilidad con sistemas GIS y la compatibilidad con herramientas de análisis ambiental y planificación territorial. En el proyecto **NOVA HABITAT**, todos los modelos deben estar vinculados a un sistema de coordenadas **compartidas y realistas**, específicamente **UTM Zona 17 Sur / WGS84**, definido como sistema oficial de referencia geoespacial.

Esta georreferenciación se aplicará directamente desde Autodesk Revit, mediante el uso del **punto base compartido**, que ha sido previamente establecido en el centro de la planta baja del edificio (eje A1). A su vez, se validará esta configuración utilizando **Navisworks Manage** durante la federación de modelos, comprobando la correcta alineación de los submodelos y la ausencia de desplazamientos o rotaciones indebidas.

La correcta ubicación del modelo garantiza que todas las disciplinas modelen en el mismo sistema de referencia, evitando errores en la documentación, en la planificación de obra, y facilitando el análisis solar, el estudio de asoleamiento y la integración con sistemas de consulta urbana o catastro digital. Esta condición también es crítica para futuras fases de mantenimiento y operación, especialmente si se vincula el modelo a herramientas de gestión de activos urbanos o plataformas de Smart Cities.

El cumplimiento de este requerimiento será verificado en cada fase de revisión por el **Coordinador BIM**, utilizando los visores de Revit y Navisworks, así como mediante el checklist de auditoría interna de modelos. Todo modelo que no esté correctamente georreferenciado será devuelto para su ajuste antes de ser aprobado para federación.

Normas básicas de manejo de intercambio de información

El intercambio de información en el entorno BIM del proyecto **NOVA HABITAT** debe realizarse bajo criterios rigurosos que aseguren la trazabilidad, el control de calidad y la organización estandarizada de los archivos. Para tal fin, se aplican las **normas internas de codificación y estructura de archivos** definidas en el manual institucional de nomenclatura (*NHBT-INB-FP-XX-MNL-MNG-001*), el cual establece cómo deben nombrarse los documentos y modelos según disciplina, tipo, nivel y versión. Esta codificación permite identificar cada archivo de forma unívoca, facilitando su clasificación en el Entorno Común de Datos (CDE).

Todos los archivos que ingresen al proceso colaborativo deben estar sujetos a un **control de versiones automático** gestionado desde **Autodesk Construction Cloud (ACC)**. A su vez, cada versión será auditada manualmente mediante planillas de control que verifican la estructura del modelo, los parámetros esenciales, los vínculos activos, la nomenclatura de vistas y la calidad gráfica de los entregables.

Es obligatorio que **solo se intercambien archivos que hayan sido previamente validados** mediante los flujos de aprobación definidos en el BEP (ver punto 10.1). Esto implica que todo archivo —ya sea modelo RVT, plano PDF, archivo IFC o matriz Excel— debe haber pasado por revisión técnica y cumplir con los requerimientos establecidos en el EIR.

Además, **cada archivo debe ser revisado en términos de contenido gráfico y paramétrico**, evaluando aspectos como: estructura de vistas, uso de familias aprobadas, cumplimiento del LOIN por fase, presencia de metadatos obligatorios y relaciones correctas entre vínculos. Este enfoque garantiza que la información sea coherente, útil y segura en todas las etapas del proyecto, desde diseño hasta operación.

Matriz de intercambio de información

Matriz de intercambio de información Basada en ISO 19650-2: Arquitectura, Estructura y MEP – Fase de Diseño y Construcción												
Nº	Fase del Proyecto	Uso BIM	Disciplina	Información a entregar	Responsable	Receptor	Formato	Frecuencia (hitos de coordinación)	Nivel de Información (LOI)	Exclusiones	Justificación de las exclusiones	Uso BIM previsto
1	Diseño Preliminar	Modelado 3D inicial	Arquitectura	Modelo arquitectónico básico (zonificación, envolvente)	Líder ARQ	Coordinador BIM	RVT, PDF	Una vez por etapa	LOD 200 / LOI 100	Sin mobiliario fijo ni detalles de acabados	Información conceptual	Validación conceptual, coordinación preliminar
2	Diseño Preliminar	Modelado 3D inicial	Estructura	Ejes estructurales, columnas, vigas	Líder ESI	Coordinador BIM	RVT, PDF	Una vez por etapa	LOD 200 / LOI 100	Sin armadura ni análisis estructural	Información conceptual	Coordinación espacial con arquitecto
3	Diseño Preliminar	Modelado 3D inicial	MEP	Tratado redes principales (agua, electricidad, climatización)	Líder MEP	Coordinador BIM	RVT, PDF	Una vez por etapa	LOD 200 / LOI 100	Sin conexiones ni diagramas unifilares	Información conceptual	Análisis de interferencias preliminares
4	Diseño de Detalle	Modelado 3D detallado	Arquitectura	Modelo con familias, acabados, carpintería, muros interiores	Líder ARQ	Coordinador BIM, cliente	RVT, IFC	Quincenal	LOD 350/ LOI 200	Sin estufetas ni mobiliario decorativo	Coordinación espacial	Coordinación avanzada, validación con cliente
5	Diseño de Detalle	Modelado 3D detallado	Estructura	Armaduras, fundaciones, placas, anclajes	Líder ESI	Coordinador BIM	RVT, IFC, DWG	Quincenal	LOD 300/ LOI 200	Sin detalles de montaje o soldaduras	Coordinación espacial	Análisis estructural, coordinación constructiva
6	Diseño de Detalle	Modelado 3D detallado	MEP	Redes completas con especificaciones técnicas y artefactos	Líder MEP	Coordinador BIM	RVT, IFC	Quincenal	LOD 300/ LOI 200	Sin secuencia de instalación ni balances térmicos	Coordinación espacial	Modelado federado, análisis de interferencias
7	Coordinación Final Diseño	Clarificar, detectar, modelo federado	Todas	Modelo federado, reportes de interferencias	Coordinador BIM	Cliente / Dirección técnica	NWC, PDF	Mensual	LOD 300/ LOI 200	Sin simulaciones constructivas	Modelo de planificación visual	Validación técnica, cierre de diseño
8	Evaluación técnica fechada	Análisis comparativo de alternativas	Arquitectura	Estudio de alternativas sistema de fachada con criterios técnico/económicos	Líder ARQ, Coordinador BIM	Cliente / Promotor	PDF, Excel, RVT	Por hito de decisión	LOD 350/ LOI 200	Sin detalles constructivos finales	Evaluación de la alternativa	Selección técnica y económica de fachadas
9	Documentación para obra	Documentación definitiva, cómputos métricos	Todas	Planos constructivos, cómputos métricos	Coordinadores disciplinares	Constructores, dirección obra	RVT, NWC, Excel	Final de diseño	LOD 350/ LOI 300	Sin simulaciones de rendimiento	Documentación constructiva sin simulaciones	Generación de candidatas, planificación 4D / 5D básica
10	Planificación	Modelo federado como producto final	Todas	Modelo federado final con integración de arquitectura, estructura y MEP para planificación	Coordinador BIM	Cliente / Dirección técnica	RVT, Excel, PDF	Final de planificación	LOD 350/ LOI 300	Sin análisis de proveedores ni constructores detallados	Modelo completo	Simulación de construcción, validación final de coordinación
11	Cronograma de obra	Modelo 4D	Todas	Modelo con parámetros de tiempo vinculados por elemento (cronograma 4D)	Coordinador BIM	Cliente / Dirección técnica	RVT, Excel, Presupuesto	Por hito de contratación	LOD 350/ LOI 350	Sin análisis de proveedores ni costos indirectos	Cronograma vinculado	Cómputos métricos, control de presupuestos, estimación de costos
12	Estimación de costos y presupuesto	Modelo 5D	Todas	Modelo con parámetros de costos vinculados por elemento (presupuesto 5D)	Coordinador BIM, gestor de costos	Cliente / Dirección técnica	RVT, Excel, Presupuesto	Por hito de contratación	LOD 350/ LOI 350	Sin análisis de contratiempos	Presupuesto general	Presupuesto, estimación de costos

Requerimiento	Descripción aplicada en NOVAHABITAT
Idioma	Español
Sistema de medición	Sistema Métrico Internacional
Largo	Metros (m) con 2 cifras decimales
Área	Metros cuadrados (m ²) con 2 cifras decimales
Volumen	Metros cúbicos (m ³) con 2 cifras decimales
Ángulo	Grados (°) con 2 cifras decimales
Pendientes	Porcentaje (%)
Revisiones del proyecto	Autodesk Revit 2024 + Entorno común de datos (Autodesk Construction Cloud)
Coordinación de modelos	Navisworks Manage 2024
Gestión documental	Autodesk Desktop Connector
Auditoría de modelos	Autodesk Model Checker for Revit 2024
Comunicación (texto e imágenes)	Autodesk Construction Cloud / mensajería integrada
Reuniones / videocomunicación	Google Meets – Universidad Internacional SEK (UISek)
Entorno Común de Datos (CDE)	Autodesk Construction Cloud (ACC)

Estrategia de organización de archivos

Ubicación	Contenido
S0 – WIP	Modelos en desarrollo por disciplina
S1 – Shared	Modelos compartidos para coordinación
S4 – Revisión	Modelos revisados por el coordinador y listos para aprobación
S6 – Entrega	Entregables formales (modelos IFC, PDF, NWD, informes)
S7 – Archivo	Documentación histórica, modelos As-Built

Estrategia de gestión del tamaño de los archivos

Tamaño límite por submodelo disciplinar:

- ARQ: ≤ 200 MB
- EST: ≤ 150 MB
- MEP: ≤ 180 MB por sistema

Prácticas:

- Limpieza de vistas no utilizadas.
- Compresión y purgado semanal.
- Revisión de familias cargadas y archivos vinculados.
- División en submodelos si se supera el umbral definido.

Cronograma 4D, Presupuesto 5D

En el proyecto NOVA HABITAT, se implementan las dimensiones 4D (tiempo) y 5D (costos) del modelo BIM para fortalecer la planificación constructiva, la toma de decisiones financieras y el control de avances. Estas dimensiones permiten simular el proceso constructivo en tiempo real y generar presupuestos precisos y trazables desde el modelo digital.

Cronograma 4D

El modelo BIM será vinculado a un cronograma de obra para visualizar la secuencia constructiva en forma animada y verificar la viabilidad de plazos.

Elemento	Detalle
Formato	NWD (Navisworks) + XML del cronograma
Herramientas	Autodesk Navisworks Simulate / Manage
Origen del cronograma	Planificación base en MS Project o Excel
Frecuencia de revisión	Mensual (coordinado con los hitos IDP)
Visualización	Por zonas, fases, disciplinas, o sistema constructivo
Objetivo	Validar secuencia lógica, detectar solapes, mejorar logística de obra

Presupuesto 5D

La estimación de costos estará integrada al modelo mediante extracción automática de cantidades y vinculación a una base de precios actualizada, con estructura conforme a codificación propia del manual de nomenclatura

RANK	NUMERO DE PROYECTO	1	24.017,66	24.017,66	ROSH	MEP-P01 PLANTA DE TERRAZA N+13.74	8	3.051,01	3.051,01
00019	MEP-P01 PLANTA BAJA N+0.00		862.34	867.34	MAT426	Tubo de tubería - Tuberia desague sanitario MEP Instalacion 102 mm	25.81 m	4.01	115.00
001420	Tubo de tubería - Tuberia desague sanitario MEP Instalacion 102 mm	6.74 m	4.51	30.75	MAT426	Tubo de tubería - Tuberia desague sanitario MEP Instalacion 102 mm	10.90 m	10.90	10.90
001421	Tubo de tubería - Tuberia agua caliente/fría PPM MEP Instalacion 20 mm	84.46 m	1.26	81.22	MAT429	Tubo de tubería - Tuberia agua caliente/fría PPM MEP Instalacion 20 mm	36.95 m	1.26	4.41
13.24	Tubo con uniones - Tubo metalico rigido (DN= 50w 40)	53.38 m	1.82	97.12	MAT430	Tubo de tubería - Tuberia agua caliente/fría PPM MEP Instalacion 40 mm	75.90 m	1.83	27.00
001422	Codo de tubo con uniones MEP Instalacion - Exterior	13.00 m	0.45	3.25	MAT431	Codo de tubo acero MEP Instalacion - Exterior	2.00 m	0.45	0.45
001442	Tubo de tubería - Tuberia agua fría 2" MEP Instalacion 51 mm	3.84 m	1.83	5.58	MAT432	Tubo con uniones - Tubo metalico electrico MEP Instalacion	5.70 m	0.62	0.62
001443	Tubo con uniones - Tubo metalico electrico MEP Instalacion	10.00 m	0.61	6.21	MAT433	Tubo de tubería - Tuberia agua fría 2" MEP Instalacion 51 mm	35.40 m	1.83	96.00
001444	Codo PPM MEP Instalacion - Var	10.00 m	0.27	10.00	ROSH	MEP-P01 PLANTA DE COBERTANZA FLEJE		1271.79	1271.79
001445	Codo PPM MEP Instalacion - Var	10.00 m	0.27	10.00	MAT434	Tubo de tubería - Tuberia agua caliente/fría PPM MEP Instalacion 20 mm	8.1 m	1.26	0.36
001446	No usar Codo CAG MEP Instalacion - Var	3.00 m			MAT435	Codo de tubo acero MEP Instalacion - Exterior	2.00 m	0.45	0.45
001447	Codo San MEP Instalacion - Var	1.00 m	1.39	1.39	MAT436	Capa de conexiones Tee MEP Instalacion - Exterior	4.00 m	0.91	3.64
001448	Buge MEP Instalacion - Var	1.00 m	0.51	0.51	MAT437	Tubo con uniones - Tubo metalico electrico MEP Instalacion	7.00 m	0.72	5.14
001449	Yee MEP Instalacion - Var	0.85 m	0.85	4.25	MAT438	Codo PPM MEP Instalacion - Var	2.00 m	0.27	0.27
13.15	Enchufe Doble MEP Instalacion - Exterior / Exterior	7.00 m	27.08	103.56	MAT443	Codo San MEP Instalacion - Var	1.00 m	1.39	1.39
13.20	Cuadro de control MEP Instalacion - Cuadro de control 225 A MEP Instalacion, 1	50.25 m	50.25	165.75	MAT444	Buge MEP Instalacion - Var	1.00 m	0.51	0.51
	Interrupcion de Alimentacion MEP Instalacion - Interruptor simple MEP Instalacion	1.00 m	1.00	68.81	MAT445	Univento MEP Instalacion / Univento MEP Instalacion	1.00 m	54.83	54.83
				4.416.35	12.58	13.10	Foco empotrado MEP Instalacion - Cuadro 18W MEP Instalacion	62.98	1.07
001450	MEP-P01 PLANTA DE TERRAZA N+13.74		4.51	10.33					
001451	Tubo de tubería - Tuberia desague sanitario MEP Instalacion 102 mm	140.20 m	4.51	175.52					
001452	Tubo de tubería - Tuberia agua caliente/fría PPM MEP Instalacion 20 mm	10.90 m	0.45	18.40					
001453	Codo de tubo acero MEP Instalacion - Exterior	2.00 m	0.45	1.82					
001454	Capa de conexiones de tubo cruz aluminio MEP Instalacion - Exterior	4.00 m	0.99	85.54					
001455	Tubo con uniones - Tubo metalico electrico MEP Instalacion	274.24 m	0.72	114.26					
001456	Tubo de tubería - Tuberia agua fría 2" MEP Instalacion 51 mm	32.40 m	1.83	96.00					
001457	Tubo con uniones - Tubo metalico electrico MEP Instalacion	54.00 m	0.61	26.74					
001458	Codo PPM MEP Instalacion - Var	64.00 m	0.27	17.28					
001459	No usar Codo CAG MEP Instalacion - Var	1.00 m							
001460	Codo San MEP Instalacion - Var	1.00 m	1.39	21.60					
001461	Buge MEP Instalacion - Var	1.00 m	0.51	6.17					
001462	Yee MEP Instalacion - Var	0.85 m	0.85	16.57					
001463	Sillón 180° de 2" MEP Instalacion - Var	5.00 m	4.05	23.37					
12.80	Ducha empotrada MEP Instalacion / Ducha 18W MEP Instalacion	4.00 m	90.08	360.37					
13.18	Enchufe Doble MEP Instalacion - Exterior / Exterior	27.00 m	27.08	71.11					
13.10	Foco empotrado MEP Instalacion - Cuadro 18W MEP Instalacion / Cuadro 18W MEP Instalacion	36.00 m	62.98	2.167.48					
13.20	Cuadro de control MEP Instalacion - Cuadro de control 225 A MEP Instalacion, 1	50.25 m	50.25	165.75					
12.54	Conector empotrado MEP Instalacion / Conector empotrado MEP Instalacion	21.00 m	21.00	65.10					

Ilustración 16 Presupuesto 5D

Elemento	Detalle
Formato	Excel (XLSX) / BC3 (intercambio con Presto)
Herramientas	Presto 5D / Cost-It / Revit
Vinculación	Por parámetros del modelo: tipo, material, unidad, rendimiento
Origen de precios	Base INEC / proveedores locales / históricos internos
Objetivo	Automatizar el presupuesto y reducir errores de cuantificación

Matriz de colisiones

- Archivo Excel con resumen de interferencias detectadas, clasificadas y resueltas.
- Cada interferencia incluye:
 - Tipo (crítica, moderada, leve)

- Disciplinas involucradas
- Nivel y ubicación
- Responsable de resolución
- Estado: pendiente / resuelta / aprobada
- Adjunta como anexo técnico al informe final de coordinación.

Matriz de deteccion de interferencias	Arquitectura									Estructura					Agua FyC			Electricidad				Fontanería y desagües														
	Tabiques/Paredes	Suelos	Cubiertas	Falsos techos	Acabados de piso	Acabados de Pared	Acabados de techo/cieloraso	Escaleras y Rampas	Carpinterías (Ventanas y Puertas)	Zapatas/Riostras	Muros	Pilares	Vigas	Losas/Forjados/soleras	Estructura metálica	Tuberías	Valvulería	Equipos	Accesorios	Bandejas	Cableado/tubos	Luminarias	Cuadros	Accesorios	Tuberías	Valvulería	Equipos	Sanitarios								
Arquitectura																																				
Tabiques/paredes		B	B	A	A		B	A	B		A	A	A	A		A	B	A			B	B			A	A	A	A								
Suelos	B				B	B		B			B					A	B		A			A				A	B	B								
Cubiertas	A			B									B			A		B				B	A			A										
Falsos techos	A					B					A	B				B		C	A			B	A	C		A										
Acabados de piso	A	C				B		B			B			A		C	B		B			C				B		C								
Acabados de Pared	B	B	B	A	C		C		B		C	C	C	B		C		C	B			B		C		B	C	C								
Acabados de techo/cieloraso	B			B		C					C					C		C	B			C	A			B										
Escaleras y Rampas		C			B	B					A		B									C														
Carpinterías (Ventanas y Puertas)	B	B			B	B					3					A			B			A	C			B										
Estructuras																																				
Zapatas/Riostras	idem									A	C					B										B										
Muros										A	B	B	B	C			B		C				C							C				C		
Pilares										B	B	A	B	B			A	B	A	B			A	B	B					A	B	B		A	C	B
Vigas											C	B		A			A	C		B			A	A						A	A			A	B	
Losas/Forjados										C	B	B	A					C		B	C									C	C			B		C
Estructura metálica																																				
Agua FyC																																				
Tuberías	idem									A	A	B	A	A		A	C	B	C			A	A	B		A	C	A	A							
Valvulería											B		C			C		C				B							B				B			
Equipos											B	C		B			B	B	C	C	C								B				A	C		
Accesorios											B												C		C				C					B	C	
Electricidad																																				
Bandejas	idem																																			
Cableado/tubos										A			A	A			A				B								A	C	C		A		B	
Luminarias										B	C		B	B			A			B									C				A			
Cuadros										C							C												C				C			
Accesorios										B	C									A																C
Fontanería y desagües																																				
Tuberías	idem									A	A	B	A	A		A	C	A	A			A		B		A	C	A	A							
Valvulería											B		C				B												A				C		C	
Equipos											B	C			B			A	C										C				A	C	B	C
Sanitarios											B									B	C										C			A	C	C

Informe de cumplimiento y control

El Informe de Cumplimiento y Control constituye el documento final de verificación técnica del proyecto NOVA HABITAT, y tiene como objetivo certificar que todos los entregables BIM han sido elaborados y coordinados conforme a lo establecido en el Plan de Ejecución BIM (BEP) y el Documento de Requisitos de Información (EIR).

Este informe consolida los resultados de auditorías, procesos de coordinación y control de calidad ejecutados durante el ciclo de desarrollo del modelo, validando que cada disciplina haya cumplido con:

- El alcance esperado de desarrollo geométrico (LOD) y de información (LOIN),
- La aplicación de normas de modelado, nomenclatura, estructura de vistas y vínculos,
- La resolución efectiva de colisiones críticas identificadas durante el proceso de federación,
- La correcta georreferenciación de los modelos conforme al sistema UTM 17S / WGS84,
- Y la entrega completa de los formatos requeridos en IFC, PDF, NWD, XLSX y BC3.

Este informe es elaborado y revisado de forma conjunta por el Coordinador BIM y el BIM Manager, quienes certifican mediante firma digital la conformidad de los entregables con lo estipulado en el BEP. La documentación queda oficialmente registrada en la carpeta S6 – Entregas Finales del Entorno Común de Datos (ACC), junto con los modelos federados, presupuestos, cronogramas, actas y reportes de colisiones.

Sección	Contenido
1. Portada	Nombre del proyecto, código del informe, fecha, firmas
2. Resumen ejecutivo	Alcance de coordinación y entregables incluidos
3. LOD/LOIN por disciplina	Tabla de cumplimiento por modelo y fase
4. Informe de colisiones	Total de colisiones detectadas / resueltas / abiertas
5. Auditoría de georreferenciación	Verificación de coordenadas compartidas y origen
6. Verificación de formatos	Tabla de archivos entregados por formato y versión
7. Anexos	Capturas de revisión, matrices de control, checklist firmados

Firma y Archivo

- Firmantes responsables:
 - Coordinador BIM: *[Nombre completo]*
 - BIM Manager: *[Nombre completo]*
- Formato del archivo: PDF (firmado digitalmente)

Entregables y Gestión de Información Final

Todos los entregables generados durante el desarrollo del proyecto NOVA HABITAT deben ser organizados, validados y almacenados de manera sistemática tanto en el Entorno Común de Datos (CDE) como en el repositorio final del cliente. Esto asegura su trazabilidad, revisión y aprobación formal. La entrega final debe seguir las estructuras establecidas en el BEP y cumplir con los requisitos del cliente expresados en el EIR.

El conjunto de entregables se clasifica en tres grandes categorías: generales del proyecto, específicos por rol, y aquellos asociados al proceso académico de titulación. A continuación, se detallan:

Entregables Generales del Proyecto

Elemento	Descripción
EIR	Documento con requerimientos técnicos, de gestión y comerciales del cliente
BEP	Plan de Ejecución BIM completo y actualizado
Respuestas a Requisitos	Técnicos, de gestión y comerciales, según lo solicitado
Matriz de Roles (BEP)	Asignación de responsabilidades por disciplina, fase y entregable

Entregables Específicos según Roles

Elemento	Descripción
Manual de estilo	Guía de presentación de vistas, formatos, plantillas y nomenclatura

Modelos disciplinares	Arquitectura, Estructura, MEP, en formato RVT y exportaciones IFC
Modelo Federado	Modelo integrado en formato NWD, sin interferencias críticas
Hitos de Coordinación	Reportes, matrices de colisiones, evidencias de revisión y solución
Análisis de Interferencias	Informes técnicos por disciplina con capturas y descripción
Planificación 4D	Simulación constructiva en Navisworks (NWD + cronograma XML)
Costos 5D	Presupuesto vinculado al modelo, en Excel/BC3 desde Cost-It o Presto

Entregables según Objetivos del proyecto

Elemento	Descripción
Documento A4	Informe académico técnico completo
Archivos CDE	Organización final de carpetas del proyecto dentro de ACC
Planimetrías	Conjuntos de planos en PDF, listos para construcción o revisión
Anexos	Documentación complementaria: checklists, auditorías, cronogramas
Modelos	Versión final de los modelos, firmados y validados en IFC / PDF 3D

Conclusión

El presente Plan de Ejecución BIM (BEP) establece las bases técnicas, organizativas y colaborativas necesarias para la correcta implementación de la metodología BIM en el proyecto NOVA HABITAT. A través de la estructuración detallada de roles, flujos de trabajo, niveles de desarrollo (LOD/LOIN), formatos, plataformas, procesos de coordinación y entregables, se garantiza que toda la información generada sea confiable, trazable, interoperable y útil para la toma de decisiones en todas las fases del ciclo de vida del edificio.

Este documento ha sido diseñado para facilitar una gestión eficiente de los modelos digitales, minimizar riesgos por interferencias, controlar los costos en tiempo real mediante BIM 5D y validar la planificación constructiva mediante simulaciones 4D. Asimismo, su aplicación permitirá integrar criterios de sostenibilidad, eficiencia energética y análisis climático desde etapas tempranas, fortaleciendo el carácter innovador del sistema de fachada propuesto.

Recomendaciones

Se recomienda aplicar este BEP como documento vivo durante el desarrollo del proyecto, permitiendo su actualización periódica conforme evolucionen los modelos, herramientas, normativas o requerimientos del cliente. Es fundamental mantener la disciplina en el uso del Entorno Común de Datos (ACC), respetar las convenciones de nomenclatura, y ejecutar con rigurosidad los protocolos de revisión y control definidos en este plan.

Asimismo, se sugiere utilizar este BEP como referente metodológico en futuros proyectos de la empresa INNOBIM Studio Cía. Ltda., adaptándolo según las particularidades de cada disciplina, a fin de consolidar una cultura de trabajo colaborativo y tecnológicamente eficiente en entornos BIM.

Finalmente, se invita al equipo a mantener una actitud abierta al aprendizaje continuo, promoviendo el uso crítico y estratégico del BIM no solo como herramienta digital, sino como una metodología para construir mejor, con mayor transparencia, calidad, y visión de largo plazo.

Capítulo 4

Introducción al Rol del BIM Manager

La incorporación de metodologías digitales en el sector de la construcción ha transformado radicalmente la forma de diseñar, planificar y gestionar proyectos. En este contexto, el rol del **BIM Manager** surge como una figura fundamental que articula tecnología, procesos y personas para garantizar la correcta implementación de la metodología BIM (Building Information Modeling). Este rol no solo gestiona herramientas, sino que lidera equipos, define estándares y establece protocolos que aseguran la interoperabilidad y trazabilidad de la información.

Definición académica del rol

El **BIM Manager** es definido como el profesional responsable de implementar, coordinar y supervisar los flujos de trabajo BIM en todas las fases del ciclo de vida de un proyecto. Según Eastman et al. (2018), esta figura “tiene la responsabilidad de establecer y mantener el flujo de trabajo digital del proyecto, definir estándares y garantizar la interoperabilidad entre plataformas, procesos y participantes del equipo” (p. 435).

Este perfil no se limita a lo técnico. Requiere habilidades **organizativas, estratégicas y comunicativas**, ya que debe liderar equipos multidisciplinarios, facilitar la toma de decisiones y promover el cumplimiento de objetivos del cliente. Kassem y Succar (2017) destacan que el BIM Manager “funciona como catalizador entre la visión estratégica del proyecto y los flujos operativos de información, asegurando gobernanza, calidad y continuidad”.

Desde una visión práctica, el BIM Manager también **actúa como facilitador del cambio cultural y digital** dentro de los equipos. Su rol implica diseñar procesos, implementar normativas internacionales como la ISO 19650, definir parámetros de

calidad de los modelos y garantizar que los entregables estén alineados con los usos BIM definidos en el BEP (BIM Execution Plan).

En el caso de proyectos en entornos ágiles y con recursos limitados, como se vive en el contexto ecuatoriano, el rol del BIM Manager debe adaptarse con flexibilidad, visión estratégica y capacidad de liderazgo técnico.

Contexto del proyecto NOVAHABITAT

El proyecto **NOVAHABITAT** es un edificio de uso mixto desarrollado en la ciudad de **Puyo, Ecuador**, por la firma **INNOBIM**. El proyecto se compone de una planta baja comercial y varias plantas residenciales, ubicándose en un contexto urbano emergente con necesidades crecientes de planificación técnica, eficiencia constructiva y orden documental.

Desde sus primeras fases, se definió como un proyecto desarrollado bajo metodología **BIM**, contemplando **modelado 3D (LOD 200 a 400)**, **planificación 4D**, **cuantificación y presupuesto 5D**, y un entorno de trabajo colaborativo entre las distintas disciplinas: arquitectura, estructuras y MEP.

Este entorno permitió consolidar de forma real y aplicada el **rol del BIM Manager** como figura articuladora entre el cliente, los diseñadores, los modeladores y el equipo técnico. Las decisiones y lineamientos del BIM Manager fueron fundamentales en:

- La definición de estándares comunes.
- La estructuración del Entorno Común de Datos (CDE).
- La elaboración del BEP y del EIR.
- El control de calidad de los entregables.
- La resolución de conflictos interdisciplinarios.

Además, el proyecto fue el escenario de una **transición profesional** relevante: el autor de este trabajo, inicialmente Líder de Arquitectura, asumió posteriormente el rol de BIM Manager. Esta transición permitió una visión más integral y estratégica del proyecto, favoreciendo la toma de decisiones organizativas, la planificación operativa y la estandarización de procesos.

Importancia del rol en entornos colaborativos BIM

En proyectos que se desarrollan bajo entornos colaborativos, el **BIM Manager** se convierte en el punto central de coordinación y gestión de la información. Su función va más allá de la supervisión técnica: estructura la forma en que el equipo trabaja, se comunica y toma decisiones.

Como señalan Barison y Santos (2010), la colaboración efectiva en entornos BIM requiere de una figura que organice los flujos de información, supervise el cumplimiento de estándares y garantice que los entregables estén alineados con los objetivos del proyecto. El BIM Manager se encarga de asegurar esa integración técnica y organizativa.

- En el caso de NOVAHABITAT, la presencia del BIM Manager permitió:
- Mantener una trazabilidad clara de todas las versiones y decisiones.
- Implementar protocolos de revisión técnica por disciplina.
- Aplicar flujos de revisión-aprobación que evitaban errores por solapamientos.
- Coordinar reuniones semanales con enfoque técnico-operativo.
- Crear un ambiente de mejora continua y aprendizaje colectivo.

Desde la experiencia personal, fue evidente que sin un rol centralizado que garantizara orden, coordinación y calidad documental, el proyecto habría enfrentado mayores conflictos técnicos, retrasos y reprocesos. El BIM Manager actuó como **facilitador del trabajo colaborativo y gestor del ecosistema BIM**, siendo una figura

estratégica en la consolidación del modelo federado y en el cumplimiento de los entregables por fase.

Transición Profesional y Contexto de Cambio de Rol

El cambio de rol dentro de un equipo de trabajo BIM no solo representa una evolución de funciones, sino un proceso de adaptación técnica, organizativa y personal. En el proyecto NOVAHABITAT, el paso de **Líder de Arquitectura** a **BIM Manager** implicó asumir mayores responsabilidades estratégicas, técnicas y humanas. Este apartado narra y analiza el proceso de transición desde una perspectiva práctica y reflexiva.

Rol inicial como Líder de Arquitectura

Durante las primeras fases del proyecto, el autor desempeñó el rol de **Líder de Arquitectura**, siendo responsable de la producción técnica del modelo arquitectónico, la coordinación con otras disciplinas y el cumplimiento de estándares gráficos y de modelado. Este rol incluyó:

- Elaboración del modelo arquitectónico en Revit bajo estándares definidos.
- Generación de entregables gráficos (planos, detalles, cantidades).
- Revisión de interferencias con estructura y MEP.
- Participación en reuniones técnicas.
- Cumplimiento de plantillas y nomenclatura definida por INNOBIM.

Este puesto permitió desarrollar un dominio profundo del modelo y de la lógica organizativa del proyecto, pero al mismo tiempo visibilizó la necesidad de fortalecer la coordinación transversal del equipo a través de una figura con visión integral.

Motivos del cambio y acta de traspaso

La **transición hacia el rol de BIM Manager** se produjo como respuesta a una necesidad crítica: la salida del anterior BIM Manager en una fase intermedia del proyecto, dejando un vacío en la supervisión y organización de los procesos BIM. Este hecho coincidió con el aumento de la carga de trabajo y el avance hacia fases de entrega más complejas (LOD 350 en adelante).

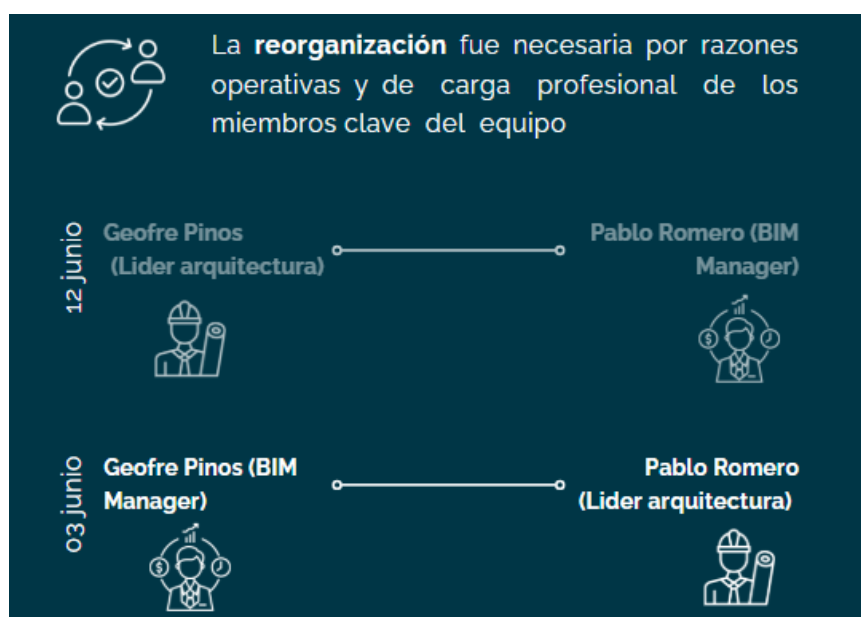


Ilustración 17 Diagrama de la transición de roles

La Dirección de INNOBIM decidió asignar el cargo al autor, debido a su conocimiento técnico, compromiso demostrado y experiencia previa en liderazgo disciplinar. Esta decisión fue formalizada mediante una **acta de traspaso de funciones**, que incluía:

- Asignación formal del rol de BIM Manager.
- Alcance de responsabilidades.
- Protocolos operativos a implementar.
- Cronograma de entrega bajo supervisión del nuevo rol.

Este proceso fue planificado para garantizar continuidad y evitar interrupciones operativas, siguiendo las recomendaciones de Hardin y McCool (2015), quienes destacan que una transición efectiva debe ser clara, estructurada y acompañada por el equipo técnico.

Duración, etapas y evolución del proceso

El proceso de transición se desarrolló en un período aproximado de **cuatro semanas**, dividido en tres etapas principales:

Fase 1: Diagnóstico interno

- Revisión del estado de avance de cada disciplina.
- Revisión del BEP vigente y protocolos aplicados.
- Identificación de brechas operativas y técnicas.

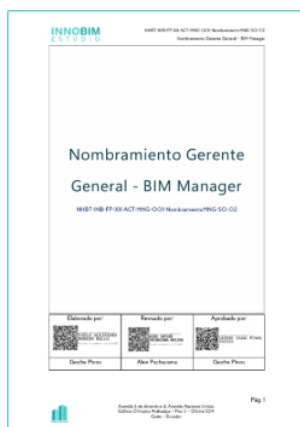
Fase 2: Asunción de liderazgo y reorganización

- Reuniones con líderes por disciplina para redistribuir tareas.
- Redefinición del cronograma técnico.
- Creación de matrices de revisión y protocolos de validación.

Fase 3: Implementación y seguimiento

- Aplicación del CDE y activación del flujo de entregas.
- Coordinación de reuniones semanales.
- Supervisión de cumplimiento de estándares y entregables.

Durante todo este proceso, se garantizó la **continuidad operativa**, documentando los cambios en actas internas, ajustando los documentos estratégicos (como el BEP) y reforzando el acompañamiento técnico del equipo.



NOMBRAMIENTO

NHBT-INB-FP-XX-ACT-MNG-001-NOMBRAMIENTO MNG-SO-02



CONTRATO

NHBT-INB-FP-XX-CNT-MNG-001-MNG-SO-02



TRASPASO DE FUNCIONES

NHBT-INB-FP-XX-CNT-MNG-001-TRASPASO DE FUNCIONES-SO-01

Ilustración 18 Documentos de validación del rol

Contraste entre funciones anteriores y actuales

Dimensión	Líder de Arquitectura	BIM Manager
Alcance	Disciplina específica	Proyecto completo (interdisciplinar)
Responsabilidad	Modelado arquitectónico	Coordinación y supervisión global
Herramientas principales	Revit, Plantillas .RTE	Revit, ACC, Navisworks, Presto, BEP
Enfoque	Producción técnica	Gestión de procesos y personas
Relación con el cliente	Indirecta	Directa y estratégica
Toma de decisiones	Técnica dentro de arquitectura	Técnica y organizativa a nivel general
Supervisión	Planos y documentación de arquitectura	Modelos federados, entregables globales

El cambio exigió una evolución en el pensamiento operativo: de ejecutar tareas a **gestionar equipos y procesos con visión integral**, enfocándose en resultados colectivos más que en entregables individuales.

Impacto en el equipo y adaptación

La transición generó inicialmente **incertidumbre** en parte del equipo, especialmente en lo relacionado con los nuevos flujos de validación, el control documental más estricto y la redistribución de funciones. Sin embargo, esta etapa se gestionó con:

- Reuniones explicativas uno a uno y por disciplina.
- Ajustes graduales y seguimiento cercano.
- Inclusión activa del equipo en la revisión del nuevo BEP.

Con el tiempo, el equipo entendió los beneficios del nuevo enfoque: mayor claridad, reducción de errores y mejor coordinación interdisciplinaria. La participación activa del BIM Manager en los procesos de revisión y planificación generó confianza y profesionalización del trabajo colectivo.

Retos personales, técnicos y organizacionales

La transición no estuvo exenta de desafíos. Algunos de los más relevantes fueron:

- **Personales:**
 - Asumir liderazgo sin afectar las relaciones previas.
 - Gestionar la presión operativa y emocional del cambio.
- **Técnicos:**
 - Actualizar el BEP con nueva estructura y flujos.
 - Reestructurar entregables en fases críticas.
 - Implementar el CDE con protocolos de acceso y versiones.
- **Organizacionales:**

- Gestionar retrasos heredados de la fase anterior.
- Redistribuir tareas sin desmotivar al equipo.
- Establecer nuevos estándares con aceptación colectiva.

Como señalan Sacks et al. (2018), la madurez de un equipo BIM no solo se mide por sus herramientas, sino por su capacidad de **adaptación frente a desafíos estructurales y humanos**.

Evaluación crítica de la transición

Desde una perspectiva reflexiva, la transición fue **positiva, aunque demandante**.

Permitió:

- Consolidar procesos internos que antes eran informales.
- Aumentar el control de calidad de modelos y entregables.
- Profesionalizar la dinámica de trabajo mediante documentación.
- Mejorar el clima organizacional con enfoque en resultados.

Este proceso también generó un crecimiento profesional significativo. Asumir el rol de BIM Manager permitió al autor desarrollar habilidades de liderazgo, comunicación y planificación estratégica que no se requieren en roles estrictamente técnicos.

Se confirma lo planteado por Kassem y Succar (2017): “El BIM Manager es un agente de transformación. Más que una función técnica, representa un rol que habilita el cambio organizativo, digital y colaborativo en los proyectos”.

Funciones del BIM Manager en NOVAHABITAT

El desempeño del BIM Manager en el proyecto NOVAHABITAT no se limitó a coordinar modelos, sino que abarcó funciones de planificación estratégica, supervisión operativa, estandarización documental y gobernanza de la información. En este apartado

se describen en detalle las principales funciones ejercidas, organizadas según las áreas clave de actuación BIM.

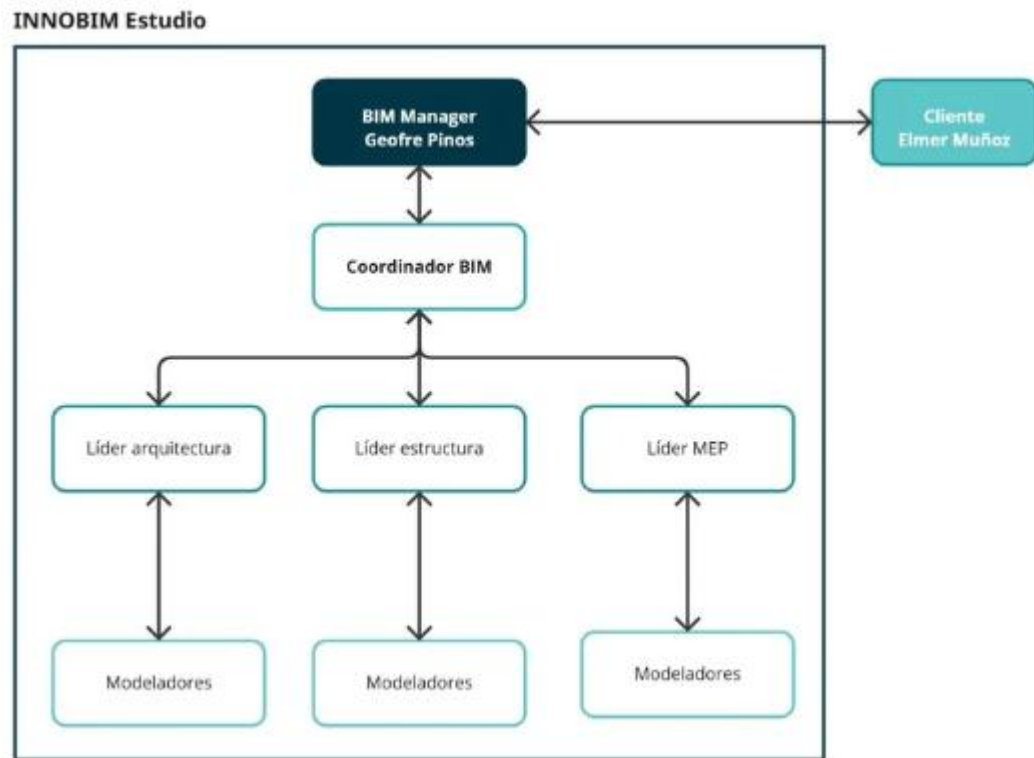


Ilustración 19 Rol dentro del equipo

Implementación del EIR y del BEP

Una de las funciones más críticas del BIM Manager fue la **creación e implementación del EIR (Employer Information Requirements) y del BEP (BIM Execution Plan)**. Estos documentos constituyen la base contractual y operativa de cualquier proyecto BIM.

El **EIR** se elaboró a partir de los requerimientos del cliente y de los estándares internos de INNOBIM. Contenía:

- Usos BIM esperados (modelado, coordinación, 4D, 5D).
- Niveles de detalle y niveles de información (LOD/LOI).
- Formatos y frecuencia de entregas.
- Plataformas aceptadas y flujo de validaciones.

- Reglas de interoperabilidad.

Por su parte, el **BEP** fue estructurado como un documento vivo, ajustado a las necesidades de cada fase. Incluyó:

- Objetivos específicos por fase.
- Asignación de roles y matriz RACI.
- Convenciones de nomenclatura y codificación.
- Cronograma de entregables y revisiones.
- Protocolo de gestión del Entorno Común de Datos (CDE).
- Criterios de calidad y revisión de modelos.

Como señala Eastman et al. (2018), el BEP debe ser un “documento operativo que traduce los objetivos estratégicos del proyecto en acciones concretas y verificables” (p. 439). En NOVAHABITAT, su implementación permitió ordenar procesos, reducir ambigüedades y alinear las expectativas de todas las disciplinas.

Desde la experiencia, fue clave realizar **capacitaciones internas** para socializar el contenido del BEP y el EIR, asegurando comprensión y apropiación por parte de los líderes técnicos y modeladores.

Gestión del Entorno Común de Datos (CDE)

El CDE fue implementado en la plataforma **Autodesk Construction Cloud (ACC)**, permitiendo una gestión estructurada de archivos, entregables, actas y documentos auxiliares. La administración del CDE fue una responsabilidad directa del BIM Manager y contempló:

- Creación jerárquica de carpetas por disciplina, fase y tipo de archivo.
- Asignación de permisos diferenciados (visualización, edición, aprobación).
- Gestión de versiones y trazabilidad de cambios.
- Validación de entregas conforme a hitos del cronograma.

- Revisión y publicación de modelos federados.

Kassem y Succar (2017) afirman que el CDE “constituye la columna vertebral del ecosistema BIM; su correcta implementación garantiza trazabilidad, transparencia y control de calidad en tiempo real” (p. 140).

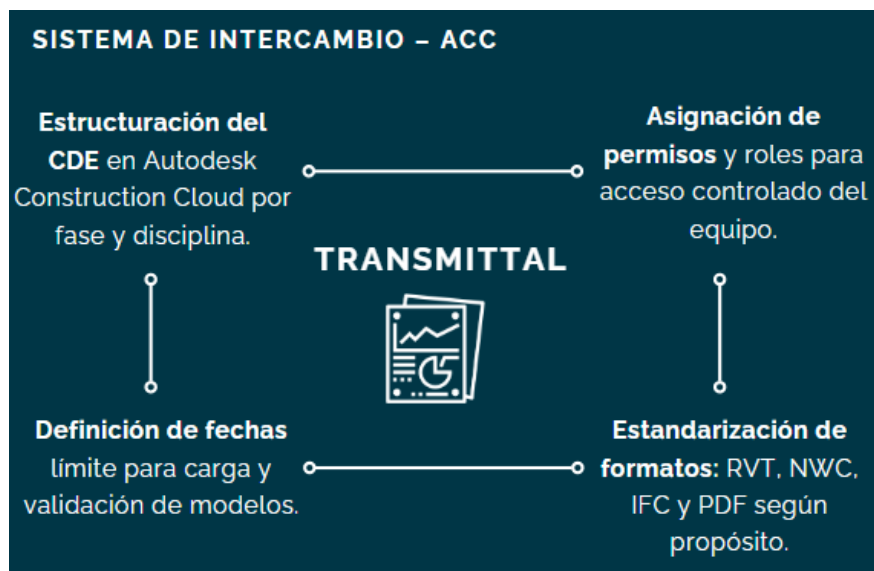


Ilustración 20 Diagrama del sistema de gestión de la información

El mayor reto fue lograr que todos los actores usaran el CDE como única fuente válida de información. Para ello, se estableció una **política de cero archivos por correo** y se acompañó al equipo en su curva de aprendizaje.

		Nombre	Permisos ▾
00-CONTRACTUALES 01 - NOMBRAMIENTOS 02 - CONTRATOS 01-WIP 00 - RECURSOS 01 - INFORMACION BASE 02 - ARQUITECTURA 03 - ESTRUCTURAS 04 - MEP 05 - COORDINACION 02-COMPARTIDO 01 - MODELOS 02 - PLANOS 03 - COORDINACION		AP Alex Pachacama	Administrar
		EE Edwin Erazo	Crear
		Elmer Muñoz	Administrar
		Geofre Pinos	Administrar
		Pablo Romero	Crear

Ilustración 21 Gestión de permisos del ACC

Desde la experiencia, la implementación del CDE **redujo drásticamente errores por trabajo en versiones desactualizadas**, facilitó el control documental y mejoró la transparencia entre disciplinas.

Supervisión de modelos y entregables

Otra función crítica fue la **supervisión técnica y gráfica de los modelos y entregables** generados por cada disciplina. Esta supervisión incluyó:

- Validación de LOD y parámetros compartidos.
- Revisión de interferencias mediante Navisworks.
- Comprobación de codificación, nomenclatura y uso de plantillas.
- Control de cumplimiento con checklists internos.
- Consolidación del modelo federado por fase.

Se implementaron revisiones semanales con actas documentadas, donde se abordaban observaciones técnicas, se verificaba el avance por disciplina y se resolvían conflictos.

El uso de matrices de revisión por entregable permitió un control meticuloso. Estas incluían columnas de: tipo de error, ubicación, responsable, estado, acción correctiva y fecha de cierre.

La gestión de estos procesos se realizó conforme a lo recomendado por Sacks et al. (2018), quienes plantean que el BIM Manager debe establecer “un sistema de control riguroso, pero flexible, para asegurar la calidad y coherencia de la información digital” (p. 312).

Desde la práctica, esta función exigió **atención al detalle, comunicación clara y seguimiento constante** para mantener la calidad esperada por INNOBIM y cumplir con los hitos del cliente.

Estandarización, calidad y cumplimiento ISO 19650

El BIM Manager también lideró el proceso de **estandarización documental y de calidad** conforme a los principios de la norma **ISO 19650**, clave para la gestión de la información en entornos colaborativos.

Se implementaron las siguientes herramientas y estrategias:

- **Manual de estilo gráfico:** definición de simbología, cotas, tipografía y colores por disciplina.
- **Manual de nomenclatura:** codificación sistemática de vistas, planos, archivos y familias.
- **Plantillas base .RTE** por disciplina: organizadas por navegador, view templates, filtros VG y configuración gráfica.
- **Protocolos de modelado por tipo de elemento:** nivel de desarrollo, parámetros compartidos, reglas de visibilidad y exportación.
- **Checklist de control de calidad:** usado en cada revisión para validar cumplimiento gráfico y paramétrico.

La implementación de estos estándares no solo mejoró la calidad técnica, sino que permitió **replicar procesos** en otros proyectos de INNOBIM, consolidando una cultura organizacional centrada en la calidad.

Como destaca Sacks et al. (2018), “la estandarización de procesos es una condición necesaria para escalar la metodología BIM con consistencia y eficiencia” (p. 389).

Las funciones del BIM Manager en NOVAHABITAT fueron determinantes para mantener la calidad, orden y eficiencia del proyecto. Su impacto se reflejó en:

- La claridad de los procesos documentados (EIR/BEP).
- La trazabilidad de entregables mediante el CDE.

- La mejora continua de modelos a través de revisiones colaborativas.
- La profesionalización del equipo bajo estándares ISO aplicables.

En un entorno colaborativo real, el rol del BIM Manager **trasciende la herramienta** y se convierte en un **gestor de conocimiento, personas y objetivos estratégicos del proyecto**. Desde la experiencia, fue clave que estos estándares no fueran impuestos de forma rígida, sino contruidos con participación activa del equipo, lo que generó mayor aceptación y apropiación.

Documentos y Herramientas Elaboradas

La documentación generada por el BIM Manager no solo es evidencia del control técnico del proyecto, sino también un reflejo de la madurez organizativa y digital del equipo. En el caso de NOVAHABITAT, se diseñaron, implementaron y gestionaron múltiples herramientas documentales que garantizaron la trazabilidad, estandarización y cumplimiento normativo a lo largo de todas las fases del proyecto.

EIR, BEP y protocolo de coordinación

El **EIR (Employer Information Requirements)** y el **BEP (BIM Execution Plan)** fueron los documentos estratégicos centrales de la planificación BIM del proyecto. Ambos fueron elaborados por el BIM Manager y actualizados conforme avanzaba el proyecto.

- El **EIR** estableció los requerimientos del cliente, usos BIM, niveles de detalle requeridos, plataformas aceptadas, entregables por fase y expectativas de interoperabilidad.
- El **BEP**, por su parte, fue el instrumento operativo que tradujo esos requerimientos en acciones concretas: definió la estructura organizacional, roles BIM,

cronograma técnico, flujos de validación, matriz RACI, control del CDE, normas de nomenclatura y codificación, y los protocolos de revisión y entrega.

Además, se elaboró un **Protocolo de Coordinación BIM** que detalló:

- Frecuencia y tipo de reuniones.
- Roles en revisiones interdisciplinarias.
- Protocolos para detección y resolución de interferencias.
- Validación de modelos federados.

Estos documentos fueron desarrollados conforme a lo estipulado por la norma **ISO 19650**, que promueve la gestión eficiente de la información a través de una planificación clara y procesos colaborativos definidos (Sacks et al., 2018). La implementación del EIR y el BEP fue acompañada por sesiones internas de capacitación y seguimiento.

Desde la experiencia, tener estos documentos vivos y compartidos en el CDE permitió **alinear expectativas, resolver conflictos y estructurar un sistema de entregas profesional y escalable**.

Manuales de estilo y nomenclatura

Para asegurar la uniformidad gráfica y documental en todas las disciplinas, el BIM Manager desarrolló e implementó los siguientes manuales:

- **Manual de estilo gráfico:** estableció criterios visuales para cortes, elevaciones, detalles, simbología, tipos de línea, anotaciones, etiquetas y presentaciones en plano. Estuvo alineado con las normativas locales y las preferencias del cliente.
- **Manual de nomenclatura:** definió una codificación estandarizada para:
 - Archivos de proyecto (nomenclatura IFC, DWG, RVT).
 - Vistas y planos (disciplinas, fases, tipo de documento).
 - Familias de elementos modelados.

- Parámetros compartidos (ej. UBICACIÓN, DISCIPLINA, CATEGORÍA).

Estos manuales permitieron:

- Reducir ambigüedades y errores en documentación.
- Facilitar búsquedas y revisiones internas.
- Homogeneizar entregables en todas las disciplinas.
- Preparar los archivos para la etapa de operación y mantenimiento.

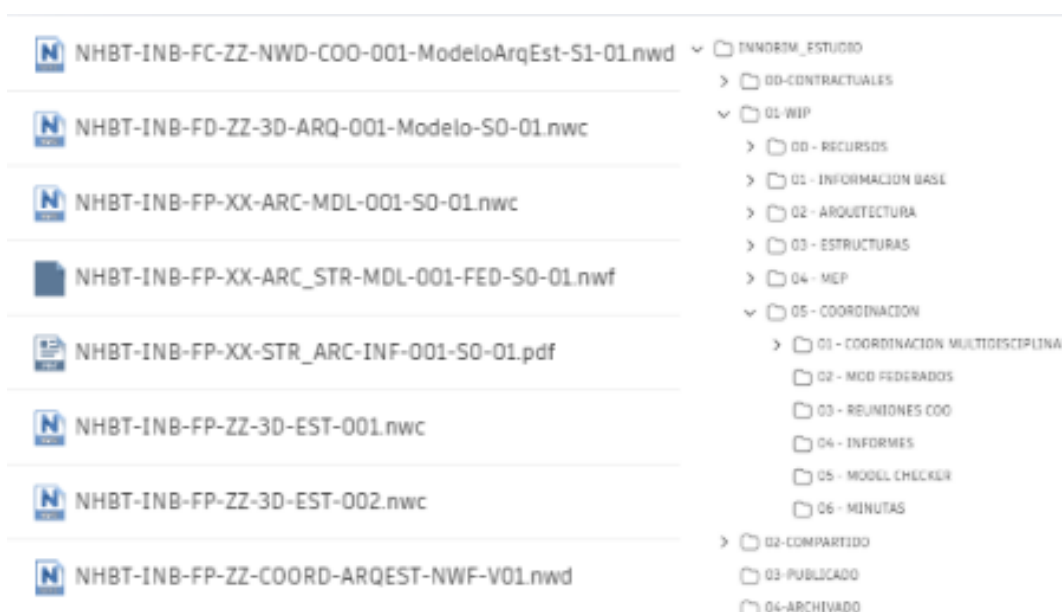


Ilustración 22 Nomenclatura usada en la gestión de archivos

La correcta nomenclatura es uno de los principios centrales de la ISO 19650-2. Como indican Eastman et al. (2018), “la codificación sistemática de archivos y elementos facilita la trazabilidad y el uso posterior del modelo en todas sus fases” (p. 312).



Ilustración 23 Documentos de apoyo para la gestión de información

Desde la práctica, estos manuales también facilitaron la incorporación de nuevos modeladores al equipo, que rápidamente pudieron adaptarse al entorno de trabajo gracias a guías claras y replicables.

Plantillas base (.RTE) y documentos de control

Otra herramienta fundamental fue la creación de **plantillas base .RTE por disciplina**, diseñadas desde cero para garantizar:

- Estructura organizada del navegador de proyecto.
- View templates preconfigurados.
- Filtros de visibilidad y gráficos normalizados.
- Parámetros compartidos ya incorporados.
- Tablas de planificación preestablecidas.
- Familias tipo genéricas y anotativas adaptadas al estilo gráfico.

Cada disciplina (arquitectura, estructuras, MEP) trabajó a partir de su plantilla específica, lo cual evitó errores de configuración, permitió exportaciones limpias y mantuvo el estándar gráfico general del proyecto.

Además, se desarrollaron diversos **documentos de control** complementarios:

- **Matriz de roles y responsabilidades BIM.**
- **Checklist de revisión técnica y gráfica.**
- **Cuadro de cronograma por fases y responsables.**
- **Formato de acta de revisión.**
- **Tablas de seguimiento de entregables** (Google Sheets vinculadas al CDE).

Estas herramientas facilitaron el **seguimiento colaborativo, visual y transparente** de las tareas por parte de líderes y modeladores, reduciendo tiempos de revisión y aumentando la calidad de la entrega.

Actas de revisión, matrices de cumplimiento y flujos de aprobación

En cada fase del proyecto, el BIM Manager implementó un sistema de control documentado de las revisiones y aprobaciones, conformado por:

- **Actas de revisión técnica:** generadas semanalmente y almacenadas en el CDE. Incluían participantes, temas tratados, decisiones, responsables y fechas límite.
- **Matrices de cumplimiento:** evaluaban modelos en cuanto a geometría, información (LOD/LOI), nomenclatura y parámetros.
- **Sistema de codificación de incidencias:** permitía clasificar, dar prioridad y cerrar observaciones de forma controlada.
- **Flujos de validación:** definidos en el BEP, incluían validación por disciplina, revisión del BIM Manager y publicación final en carpeta “Aprobado” del CDE.

Este sistema fue especialmente útil en las entregas por fases (LOD 200, 300, 350), donde era fundamental asegurar que los modelos estuvieran completos, coordinados y listos para licenciamiento o presupuestación 5D.

Esta documentación no solo ayudó a mejorar la calidad, sino que también **fortaleció la cultura organizacional del equipo**, generando compromiso, trazabilidad y aprendizaje compartido.

Revisiones

Revisiones

Crear revisión

☐	Estado	ID...	Ronda	Nombre de la revisión	Flujo de trabajo	Elaborado por	SI
☐	CERRADO	74	1	Flujo MEP V4	MEP-10	Edwin Erazo	--
☐	CERRADO	73	1	Revisión Flujo MEP V3	MEP-10	Edwin Erazo	--
☐	CERRADO	68	1	Revisión V3 MEP	MEP-10	Edwin Erazo	--
☐	CERRADO	57	1	revisión 3	ARQ-10	Pablo Romero	--

Incidencias

Crear incidencia

☐	Título	ID...	Estado	Tipo	Asignado a
☐	Revisión de interferencias SST vs SST	489	Alerta	Coordinac...	Pablo Llerena
☐	Revisión de interferencias ARQ vs ARQ	488	Alerta	Coordinac...	Pablo Romero
☐	Incumplimiento en entrega de modelo estructural y ausencia a reuni...	486	Alerta	Coordinac...	Pablo Llerena
☐	Registro de fecha de entrega modelo MEP al 100%	480	Alerta	Diseño	Edwin Erazo

CONFLICTOS REGISTRADOS POR DISCIPLINA

INCIDENCIAS REGISTRADAS POR DISCIPLINA

Ilustración 24 Incidencias y gestión de las interferencias

Los documentos y herramientas desarrolladas por el BIM Manager en NOVAHABITAT fueron **esenciales para estructurar el flujo de trabajo digital**, garantizar estándares de calidad y profesionalizar la dinámica interna del equipo. Su correcta implementación permitió:

- Evitar errores de comunicación y codificación.
- Reducir tiempos de configuración y revisión.
- Mantener trazabilidad de los entregables.
- Fortalecer la interoperabilidad y cumplimiento normativo.

Más allá de los modelos, fue esta **infraestructura documental** la que permitió llevar el proyecto a un nivel de madurez BIM superior.

Gestión Operativa del Proyecto

La gestión operativa de un proyecto BIM involucra la articulación diaria de tareas, equipos, herramientas y entregables. Más allá de los estándares documentales y protocolos estratégicos, el BIM Manager se enfrenta al desafío de traducir la

planificación en acción cotidiana, garantizando que los objetivos se cumplan en tiempo, forma y calidad. En el caso de NOVAHABITAT, esta labor se estructuró en torno a dinámicas de trabajo claramente definidas, herramientas adecuadas y una cultura de colaboración reforzada constantemente.

Flujo de trabajo diario

El flujo operativo diario fue diseñado para mantener un ritmo constante de avance, minimizar retrabajos y asegurar la trazabilidad de tareas. La rutina general del BIM Manager contemplaba:

- Revisión matutina del Entorno Común de Datos (ACC), verificando nuevas cargas, versiones y observaciones.
- Validación de entregables parciales conforme a la matriz de revisión.
- Registro de incidencias técnicas o administrativas.
- Comunicación directa con líderes de disciplina y modeladores para seguimiento puntual.
- Actualización de matrices de observaciones y cronogramas de tareas compartidos.
- Organización de tareas para el día siguiente (planificación táctica de 24-48 horas).

Este flujo de trabajo permitió sostener una **metodología ágil** y adaptable, respetando los principios definidos en el BEP, sin perder flexibilidad frente a cambios o imprevistos.

Según Hardin y McCool (2015), “la gestión operativa de un BIM Manager no depende únicamente de herramientas, sino de su capacidad de anticipar conflictos, mantener la comunicación y alinear las tareas del día a los objetivos globales del

proyecto” (p. 132). Esta visión se confirmó en la práctica, donde la constancia y el orden resultaron clave.

Coordinación de reuniones y seguimiento

La planificación operativa se sostuvo en un **sistema de reuniones estructurado**, con distintos niveles de profundidad y frecuencia:

Reuniones semanales técnicas

- Participantes: líderes de disciplina + BIM Manager.
- Objetivos: revisión del modelo federado, validación de avances, resolución de interferencias, ajuste de tareas.
- Herramienta: visualización en Navisworks + acta de seguimiento en PDF (almacenada en el CDE).

Reuniones por disciplina (quincenal)

- Objetivos: avance interno, revisión de nomenclatura, parámetros, plantillas.
- Permiten mayor enfoque en aspectos técnicos propios del modelado y documentación de cada especialidad.

Reuniones críticas por hitos

- Se realizaban antes de entregas clave (ej. licenciamiento, presupuestación 5D).
- Se validaban checklist de entregables, conformidad de modelos y documentación auxiliar.
- Se elevaban observaciones a la dirección si era necesario.

Mini-reuniones operativas diarias (15-20 min)

- Usadas en fases intensivas.

- Modalidad tipo *daily stand-up*, para definir prioridades y resolver bloqueos.



CRONOGRAMA INTERNO

NHBT-INB-FP-XX-TX-MNG-001-Cronograma-S0-01



MINUTAS

NHBT-INB-FP-XX-ACT-MNG-001-MinutaPrimeraReunion-S1-01



REUNIONES

TEAMS - DOMINGO 8PM

Ilustración 25 Reuniones y seguimiento de entregables

Estas instancias reforzaron una **cultura de seguimiento colaborativo**, donde cada miembro conocía su carga, plazos y responsabilidades, pero también sentía apoyo técnico del equipo y del BIM Manager.

Herramientas utilizadas (Revit, ACC, Presto, etc.)

Para mantener un flujo digital consistente, el BIM Manager definió un ecosistema de herramientas interoperables, cada una con un rol específico dentro de la operación del proyecto:

Herramienta	Uso principal
Autodesk Revit 2025	Modelado disciplinar, documentación, filtros gráficos, familias.
Autodesk Construction Cloud	Gestión del CDE, control de versiones, actas, comentarios, entregas.
Navisworks Manage	Coordinación, clash detection, federación de modelos.

Herramienta	Uso principal
Presto 2023	Cuantificación 5D, extracción de cantidades vinculadas a modelos.
Google Sheets / Excel	Matrices de revisión, cronogramas, checklist, indicadores de avance.
Zoom / Meet / WhatsApp	Comunicación técnica y operativa (formales e informales).

El uso combinado de estas plataformas permitió una **operación digital integral**, donde el modelo no era solo un producto gráfico, sino una fuente activa de datos útiles para decisiones, revisiones y control.

Como señala Eastman et al. (2018), “la interoperabilidad práctica entre plataformas es esencial para garantizar la trazabilidad y reducir la fricción entre flujos de trabajo” (p. 398). En NOVAHABITAT, esa interoperabilidad fue asegurada por una coordinación cuidadosa del BIM Manager.

Supervisión de entregas por fases

El proyecto fue dividido en **fases de entrega según LOD** y hitos críticos definidos en el BEP. Para cada fase, el BIM Manager lideró:

- Consolidación del modelo federado.
- Revisión de documentación gráfica (planos, tablas, detalles).
- Validación de cumplimiento de estándares (nomenclatura, simbología, codificación).
- Control de versiones en el CDE.
- Generación de acta de cierre de fase con observaciones resueltas.

Fases clave del proyecto:

Fase de entrega	LOD	Alcance principal
Anteproyecto	200	Volumetría, uso de suelo, normativas urbanas.
Diseño técnico	300	Coordinación BIM, familias paramétricas, etiquetas informadas.
Coordinación técnica	350	Clash detection, validación gráfica e informativa.
Licenciamiento y presupuesto	350/400	Exportación IFC, documentación oficial, cuantificación 5D.

Cada fase cerraba con una **revisión conjunta y checklist validado**, el cual formaba parte del archivo histórico del proyecto.

Desde la experiencia, esta supervisión por fases fue vital para **anticiparse a errores críticos**, garantizar entregas limpias y fortalecer el control de calidad progresivo.

La gestión operativa diaria del BIM Manager fue clave para transformar el modelo digital en una **plataforma de trabajo colaborativo eficiente**. Mediante planificación detallada, uso inteligente de herramientas y liderazgo técnico, fue posible:

- Alinear tareas con objetivos de entrega.
- Reducir interferencias y conflictos.
- Mantener la trazabilidad documental.
- Empoderar a líderes de disciplina en la toma de decisiones.
- Cumplir con plazos exigentes sin comprometer la calidad.

El día a día del proyecto no fue improvisado: estuvo diseñado, monitoreado y mejorado continuamente por el BIM Manager, consolidando una gestión profesional y replicable para futuros desarrollos.

Retos Técnicos y Humanos Durante el Proceso

La gestión de un proyecto BIM implica no solo desafíos tecnológicos, sino también complejidades humanas y organizativas. A lo largo del desarrollo de NOVAHABITAT, el equipo enfrentó una serie de retos que exigieron soluciones creativas, liderazgo firme y una gran capacidad de adaptación. A continuación, se describen los principales desafíos superados durante el proceso, desde la perspectiva del BIM Manager.

Interferencias técnicas y resolución

Una de las problemáticas más frecuentes fueron las **interferencias técnicas** entre disciplinas (clash detection), especialmente en zonas de entresijos, áreas técnicas y conexiones sanitarias.

Casos recurrentes:

- Ductos de ventilación intersectando con vigas estructurales.
- Cruces entre tuberías sanitarias y muros portantes.
- Espacios reducidos para acometidas eléctricas o instalaciones mecánicas.

Para abordarlos, se implementó una metodología sistemática de revisión:

- **Modelos federados semanales** en Navisworks Manage.
- **Matrices de interferencias** por ubicación, tipo, prioridad, responsables y plazos.
- **Reuniones técnicas** para análisis conjunto y propuestas de solución.
- **Actas de cierre** con validación de correcciones antes de siguiente fase.

Como señalan Eastman et al. (2018), “la identificación temprana y resolución de interferencias es uno de los beneficios más concretos de la metodología BIM, siempre que exista liderazgo y seguimiento” (p. 271). En nuestro caso, esta dinámica redujo significativamente los retrabajos y mejoró la claridad de los modelos finales.

Manejo de conflictos internos

El equipo también enfrentó **conflictos interpersonales e interdisciplinarios**, especialmente al inicio del proceso de reorganización y cambio de liderazgo hacia el rol de BIM Manager. Entre las situaciones más sensibles:

- Resistencia al cumplimiento estricto de nomenclatura y codificación.
- Desacuerdos por cambios en los flujos de aprobación.
- Diferencias en interpretación de responsabilidades según el BEP.

Estrategias aplicadas:

- Reuniones uno a uno para aclarar expectativas y escuchar inquietudes.
- Refuerzo positivo del cumplimiento mediante reconocimiento interno.
- Aplicación justa y constante de protocolos, sin excepciones.
- Comunicación clara en actas y documentos compartidos.

Hardin y McCool (2015) sostienen que “el BIM Manager debe asumir un rol de mediador y facilitador emocional, además de su dimensión técnica” (p. 210). Esta filosofía permitió superar tensiones iniciales, fortaleciendo la cohesión del equipo.

Adaptaciones técnicas y reestructuración de entregables

El proyecto sufrió múltiples **cambios técnicos** durante su ejecución, que obligaron a modificar entregables, reorganizar fases y ajustar cronogramas. Algunas adaptaciones clave incluyeron:

- Reestructuración de modelos arquitectónicos por requerimientos de cliente (modificación de fachadas, accesos, uso de materiales).
- Ajustes de familias paramétricas para mejorar extracción de cantidades y vinculación con Presto.
- Inclusión de nuevas etiquetas informativas y filtros de visualización no contemplados inicialmente.

- Divisiones internas en planos por lotes, exigidas por el departamento municipal de planificación.

Estas modificaciones implicaron actualizaciones del BEP, reprogramación de entregas y ajuste en las matrices de validación. Sin una estructura clara y estandarizada, estos cambios habrían afectado la consistencia documental.

Como plantea Kassem y Succar (2017), “la adaptabilidad del entorno BIM depende de procesos flexibles, documentación actualizada y liderazgo técnico activo” (p. 146). El BIM Manager fue clave para mantener esa adaptabilidad.

Gestión de la renuncia del Líder de Estructura y su impacto organizativo

Uno de los eventos más desafiantes fue la **renuncia del Líder de Estructura** durante la etapa de coordinación técnica (LOD 350). Esta baja inesperada generó un impacto importante en la operatividad del proyecto, tanto a nivel técnico como organizacional.

Consecuencias inmediatas:

- Retrasos en entregables estructurales.
- Falta de respuesta a observaciones de otras disciplinas.
- Aumento de interferencias no resueltas.
- Disminución del ritmo de revisión y carga de modelos.

Acciones implementadas por el BIM Manager:

- **Activación de plan de contingencia** (ya definido en el BEP): redistribución temporal de tareas estructurales entre el modelador activo y el BIM Manager.
- **Revisión del cronograma** con todos los líderes para minimizar el impacto global.

- **Apoyo directo a la búsqueda de reemplazo** junto a la Dirección de INNOBIM.
- **Seguimiento intensivo de entregas estructurales pendientes.**
- **Revisión a fondo de interferencias acumuladas** y ajustes al modelo federado.

A pesar de las dificultades, el equipo logró estabilizar el flujo de trabajo en un plazo de tres semanas. El impacto organizativo fue significativo, pero también dejó **lecciones importantes sobre resiliencia, liderazgo compartido y necesidad de documentar roles de forma clara.**

Este caso refuerza lo señalado por Sacks et al. (2018): “los equipos maduros BIM deben ser capaces de absorber reconfiguraciones sin perder continuidad técnica ni calidad en sus entregables” (p. 336).

Los retos técnicos y humanos enfrentados en NOVAHABITAT pusieron a prueba la capacidad de liderazgo, adaptación y resolución del equipo BIM. El BIM Manager jugó un papel central al:

- Sistematizar el tratamiento de interferencias.
- Mediar y resolver conflictos internos.
- Adaptar procesos sin perder el control documental.
- Gestionar bajas críticas sin detener la operación del proyecto.

Más allá de los modelos, fue el manejo de estas situaciones lo que **fortaleció al equipo y consolidó una cultura de trabajo madura, colaborativa y resiliente.**

120

Medios de Comunicación, Plan de Contingencia y Organización de Entregables

La eficiencia en la gestión de un proyecto BIM no depende únicamente de herramientas tecnológicas, sino de la capacidad del equipo para **comunicarse, adaptarse y planificarse estratégicamente**. En NOVAHABITAT, el BIM Manager asumió un rol central en el diseño de estrategias de comunicación y respuesta operativa que permitieron mantener el ritmo de producción incluso en escenarios de alta presión.

Canales de comunicación formal e informal

Durante el desarrollo del proyecto, se estableció una combinación de **canales de comunicación formales e informales**, organizados por tipo de interacción y urgencia.

Canales formales:

- **Reuniones semanales programadas**, con agenda, actas y responsables. Se enfocaban en avances técnicos, revisión de interferencias y validación de entregables.
- **Correos institucionales**, usados para aprobación de entregas, comunicación con cliente y seguimiento administrativo.
- **Actas de coordinación BIM**, almacenadas en el CDE y firmadas digitalmente por líderes de disciplina.
- **Comentarios en ACC (Autodesk Construction Cloud)**, para marcar incidencias directamente sobre los archivos.

Canales informales:

- **WhatsApp/Telegram**: para resolución rápida de dudas o bloqueos en tiempo real.
- **Llamadas breves o mensajes de voz** para gestión inmediata entre el BIM Manager y los modeladores.
- **Reuniones exprés (15 minutos)** en días de entregas críticas.

Esta estructura mixta permitió mantener **agilidad en la toma de decisiones** sin sacrificar la trazabilidad documental. Como señala Hardin y McCool (2015), “el éxito del entorno colaborativo depende de la claridad de roles, pero también de la fluidez y confianza en la comunicación diaria” (p. 180).

Desde la experiencia, se comprobó que **no todos los problemas deben esperar a la reunión técnica**: los canales informales bien usados evitaban retrasos y fortalecieron el espíritu de equipo.

Plan de contingencia ante bajas o retrasos

En previsión de situaciones críticas como **bajas de personal o retrasos significativos**, se estableció un plan de contingencia liderado por el BIM Manager, basado en tres pilares:

1. Redistribución de tareas:

- El equipo contaba con una **matriz de respaldo de roles**, que permitía reasignar responsabilidades de modelado o coordinación según disponibilidad y experiencia.
- En caso de ausencia prolongada (como sucedió con el Líder de Estructura), se activó el respaldo de modeladores entrenados en más de una disciplina.

2. Priorización estratégica de entregables:

- Se identificaron **hitos clave no negociables** y entregas con margen de maniobra.
- El BIM Manager reestructuró el cronograma interno para evitar cuellos de botella en entregas críticas, moviendo recursos entre tareas menos urgentes.

3. Documentación y backups:

- El entorno común de datos (ACC) aseguraba que **ningún archivo dependiera de una sola persona**.

- Todos los archivos tenían versiones trazables, y los procedimientos estaban documentados en el BEP y las actas.

Eastman et al. (2018) enfatizan que “la madurez de un equipo BIM se evidencia en su capacidad para absorber crisis sin perder calidad ni coherencia” (p. 456). En NOVAHABITAT, esta resiliencia se construyó a partir de procesos definidos y liderazgo flexible.

Asignación de tareas, estructura del equipo y cronograma de entregas

Desde el inicio del proyecto se definió una estructura funcional clara, dirigida por el BIM Manager, con roles, entregables y tiempos perfectamente delimitados.

Estructura del equipo:

Rol	Función principal
BIM Manager	Coordinación general, cumplimiento BEP, revisión de modelos.
Líder de Arquitectura	Dirección técnica de disciplina, revisión de modelado.
Líder de Estructura	Modelado estructural, coordinación y cumplimiento técnico.
Líder de MEP	Coordinación de sistemas eléctricos y sanitarios.
Modeladores	Ejecución operativa según parámetros y plantillas.
Asistente BIM	Soporte en documentación, control de versiones.

Asignación y seguimiento:

- Cada miembro tenía tareas asignadas en una **hoja compartida (Google Sheets)** con fecha de inicio, fecha límite, estado y comentarios del revisor.
- Se aplicaban códigos de color para visualizar tareas críticas, en revisión, o en espera.
- El BIM Manager revisaba avances semanalmente y actualizaba el cronograma técnico.

Cronograma de entregas:

- Estructurado en función de los **LOD por fase** (200, 300, 350, 400).
- Cada entrega incluía: modelo RVT, planos PDF, exportación IFC, tabla de cantidades y checklist validado.
- El CDE contenía carpetas específicas por fase y disciplina, organizadas para facilitar trazabilidad.

Este sistema permitió mantener el ritmo del proyecto y **visualizar cuellos de botella con anticipación**. Según Sacks et al. (2018), “el valor operativo del BIM Manager reside en su capacidad para coordinar personas, tareas y tiempos bajo una lógica estructurada” (p. 304).

La correcta gestión de la comunicación, la planificación ante imprevistos y la organización de tareas fueron claves para que el proyecto NOVAHABITAT se desarrollara de forma ordenada y profesional. El BIM Manager fue el **articulador principal de esta estructura**, facilitando:

- Fluidez en la comunicación sin perder trazabilidad.
- Reacción inmediata frente a crisis internas.
- Un sistema de entregas estandarizado y controlado.
- Cohesión operativa del equipo a pesar de cambios o rotaciones.

Estas prácticas consolidaron una gestión operativa replicable, eficiente y adaptable a otros proyectos similares.

Evaluación del Desempeño del Equipo y del Proceso

Una parte esencial del rol del BIM Manager es evaluar de manera sistemática el desempeño técnico, organizativo y humano del equipo, así como el grado de madurez BIM alcanzado a lo largo del proyecto. Esta evaluación no solo se centra en los

entregables, sino también en la forma en que se trabajó, se resolvieron conflictos y se consolidaron mejoras. En el caso de NOVAHABITAT, la revisión del desempeño fue continua, participativa y basada tanto en indicadores cuantitativos como cualitativos.

Indicadores de mejora

Durante la ejecución del proyecto, se establecieron varios **indicadores clave de desempeño (KPIs)** que permitieron hacer seguimiento del progreso operativo, identificar cuellos de botella y validar la eficacia del sistema de coordinación implementado por el BIM Manager.

Principales KPIs utilizados:

Indicador	Resultado observable
Reducción de interferencias técnicas	Disminución del 65% en interferencias entre LOD 300 y 350.
Tiempos de respuesta a observaciones	Mejora del tiempo promedio de respuesta: 4,3 a 2 días.
Cumplimiento de entregables por fase	Promedio del 93% de entregas realizadas en plazo.
Uso adecuado de nomenclatura y BEP	Incremento sostenido del cumplimiento por disciplina (validado con checklist).
Participación en reuniones semanales	Asistencia del 100% del equipo técnico en todas las sesiones clave.

Estos indicadores fueron revisados periódicamente en las reuniones de seguimiento. En caso de desviaciones, se ajustaban cronogramas o se activaban medidas correctivas. Como señala Sacks et al. (2018), “la implementación de métricas claras en entornos BIM facilita la mejora continua y el alineamiento de expectativas” (p. 342).

Desde la experiencia, estos KPIs sirvieron también como mecanismo de **motivación y transparencia**, al permitir a cada disciplina visualizar su evolución y áreas de mejora.

Evaluación interna de resultados

Además de los indicadores cuantitativos, se desarrolló una **evaluación cualitativa interna** con el objetivo de analizar los factores organizativos, de coordinación y clima laboral que influyeron en el desempeño general.

Metodología aplicada:

- **Entrevistas informales** a líderes de disciplina, con enfoque en retos enfrentados y propuestas de mejora.
- **Análisis de entregables** por disciplina: calidad gráfica, consistencia técnica, orden documental.
- **Evaluación del CDE**: uso, organización, cumplimiento de estructura jerárquica, carga y revisión de versiones.
- **Registro de problemas resueltos**: incidencias que fueron documentadas y gestionadas exitosamente.

Resultados destacados:

- El uso del CDE mejoró la trazabilidad y redujo errores por versiones desactualizadas.
- La coordinación semanal permitió resolver interferencias antes de avanzar en el modelado.
- La estandarización en plantillas y nomenclatura facilitó la revisión cruzada entre disciplinas.
- La figura del BIM Manager fue reconocida como elemento estabilizador ante cambios críticos.

Estos resultados fueron compartidos al final de cada fase en documentos internos de lecciones aprendidas, fortaleciendo la capacidad del equipo para adaptarse a futuros proyectos con mayor claridad y preparación.

Retroalimentación y aprendizajes compartidos

La retroalimentación fue parte integral del proceso de mejora continua. No se limitó a observaciones técnicas, sino que se promovió una cultura de **evaluación horizontal, colectiva y sinérgica**, en la que todos los miembros pudieran aportar.

Acciones aplicadas:

- **Sesiones de cierre por fase**, donde cada disciplina presentaba sus aciertos y dificultades.
- **Documento de lecciones aprendidas**, elaborado por el BIM Manager con participación del equipo.
- **Encuestas internas de satisfacción**, aplicadas al cierre del LOD 350, sobre comunicación, coordinación y liderazgo.
- **Revisión cruzada de documentación**, que permitió detectar patrones de error y proponer mejoras en los procesos gráficos.

Como destacan Hardin y McCool (2015), “la retroalimentación efectiva transforma los errores en conocimiento colectivo, y eleva la madurez del equipo BIM” (p. 218). En NOVAHABITAT, esta práctica consolidó una cultura de respeto, mejora continua y visión compartida.

Desde la experiencia, estas acciones también favorecieron el fortalecimiento del liderazgo intermedio (líderes de disciplina), quienes asumieron un rol más activo en la evaluación de sus procesos y en la propuesta de soluciones para fases futuras.

La evaluación del desempeño no fue un ejercicio puntual, sino un proceso sostenido que permitió:

- **Medir resultados**, identificar avances y tomar decisiones correctivas.
- **Fortalecer la cohesión del equipo**, reconociendo logros y enfrentando desafíos.
- **Mejorar procesos**, estandarizar buenas prácticas y preparar al equipo para nuevos proyectos.
- **Transformar la experiencia vivida en conocimiento útil y replicable**.

Gracias a la gestión activa del BIM Manager y al compromiso del equipo técnico, se alcanzó un alto grado de profesionalismo en el manejo del flujo de información, calidad documental y cumplimiento de plazos.

Aportes Estratégicos del Rol del BIM Manager

Más allá de las funciones técnicas y operativas, el rol del BIM Manager tiene un impacto profundo en la **estrategia, eficiencia y madurez organizacional** de un proyecto. En NOVAHABITAT, la consolidación de este perfil permitió establecer no solo una lógica de coordinación disciplinar, sino una nueva forma de trabajo: estructurada, trazable, colaborativa y orientada a resultados.

Impacto en eficiencia, calidad y tiempos

Uno de los aportes más evidentes fue la mejora **sustancial en los tiempos de entrega, la calidad de los modelos y la eficiencia en la revisión de información**. A través de la estandarización de procesos, el uso efectivo del CDE y la planificación detallada por fases, se logró:

- **Reducir el tiempo de revisión técnica en un 40%** gracias a checklists y plantillas base.
- **Disminuir errores e interferencias en modelos**, al aplicar protocolos de validación con Navisworks y sesiones semanales de coordinación.

- **Mejorar el control de plazos**, cumpliendo con un 93% de las entregas dentro de las fechas previstas.

El BIM Manager funcionó como **eje de conexión entre las necesidades técnicas, organizativas y estratégicas**, permitiendo anticiparse a conflictos y promover soluciones alineadas con los objetivos generales del proyecto.

Según Eastman et al. (2018), “cuando se implementa correctamente, el rol del BIM Manager no solo mejora la documentación, sino que transforma los procesos internos en flujos de valor continuo” (p. 397).

Formalización de procesos

Antes de la consolidación del rol, muchos flujos de trabajo se ejecutaban de forma implícita o parcial. El BIM Manager se encargó de **documentar, normalizar y hacer replicables** esos procesos, dando lugar a una estructura BIM sólida, profesional y alineada con la norma ISO 19650.

Procesos formalizados:

- Revisión de modelos por disciplina (matrices técnicas).
- Coordinación de entregables en fases (LOD 200, 300, 350, 400).
- Control de calidad gráfico e informacional.
- Uso del CDE con estructura jerárquica estandarizada.
- Carga y validación de entregables mediante flujos de aprobación definidos.
- Manejo de interferencias con matriz clash + reuniones técnicas.

Esta formalización **facilitó la incorporación de nuevos integrantes**, aseguró la trazabilidad del proyecto, y permitió responder con rapidez ante cambios del cliente o necesidades internas.

Como destacan Kassem y Succar (2017), “la documentación de procesos no es un requisito administrativo, sino una herramienta clave para la madurez y sostenibilidad del modelo organizacional BIM” (p. 148).

Integración técnica y organizativa del equipo

El BIM Manager también fue responsable de promover una **cultura de integración disciplinar** que superara la lógica de silos. A través de protocolos, reuniones y espacios de retroalimentación, se logró:

- Romper las barreras entre disciplinas y promover el modelo federado como herramienta de trabajo común.
- Establecer **un lenguaje compartido** basado en nomenclatura, simbología y codificación estandarizadas.
- Convertir a los líderes de disciplina en **referentes autónomos**, capaces de aplicar el BEP y resolver conflictos localmente.
- Consolidar una **cultura de revisión cruzada**, donde cada disciplina validaba tanto su trabajo como su impacto en las demás.

Este cambio de paradigma organizacional fortaleció la colaboración interna y generó un sentido de **responsabilidad colectiva por los entregables**.

Como indican Hardin y McCool (2015), “el BIM Manager no solo alinea modelos, sino personas y objetivos: es un rol de articulación entre lo técnico y lo humano” (p. 122). Esta dimensión estratégica fue evidente en el impacto positivo que tuvo sobre la dinámica general del equipo.

Los aportes del BIM Manager en NOVAHABITAT trascendieron lo operativo. Su presencia permitió:

- **Mejorar la calidad técnica** del diseño y documentación.
- **Reducir tiempos** y retrabajos por errores de coordinación.

- **Formalizar procesos** antes informales, asegurando continuidad y escalabilidad.
- **Integrar al equipo**, no solo desde lo técnico, sino desde la visión, el lenguaje y la cultura colaborativa.

Este caso demuestra que el BIM Manager **no es un rol opcional**, sino una figura estratégica que **eleva el nivel de madurez del proyecto y de la organización**.

Reflexión Profesional sobre el Rol y su Evolución

Asumir el rol de BIM Manager en el proyecto NOVAHABITAT implicó una transformación profunda, no solo desde lo técnico y operativo, sino también desde lo personal y profesional. Esta experiencia permitió transitar de un enfoque disciplinar como Líder de Arquitectura hacia una visión sistémica, estratégica y colaborativa de los procesos de diseño y gestión de la información.

Lecciones personales y profesionales

El principal aprendizaje fue entender que el BIM Manager **no lidera desde la jerarquía**, sino desde la influencia, la credibilidad técnica y la capacidad de articular a los demás. Este cambio de mentalidad fue clave para guiar al equipo sin imponer, fomentando el respeto y la participación activa.

Lecciones personales:

- La empatía y la escucha activa son más valiosas que cualquier software.
- Liderar implica tomar decisiones difíciles sin perder la humanidad.
- El equilibrio emocional es esencial para sostener al equipo en momentos críticos.

Lecciones profesionales:

- La anticipación y planificación diaria son herramientas tan poderosas como Revit o ACC.
- La comunicación clara y documentada evita el 80% de los conflictos técnicos.

- Estandarizar procesos no es una tarea secundaria: **es el corazón de la sostenibilidad operativa.**

Esta vivencia ratificó lo que indica Sacks et al. (2018): “el valor del BIM Manager radica en su capacidad para conectar personas, datos y decisiones en un entorno estructurado” (p. 310).

Habilidades adquiridas

El proceso fortaleció un conjunto de habilidades técnicas, organizacionales y humanas que ahora forman parte de un perfil profesional más maduro y adaptable.

Habilidades técnicas:

- Gestión integral del CDE en Autodesk Construction Cloud (creación, permisos, trazabilidad).
- Redacción y aplicación de documentos estratégicos BIM: BEP, EIR, matrices, protocolos.
- Coordinación de modelos federados con Navisworks y validación de entregables por fases.

Habilidades organizacionales:

- Estructuración de equipos y cronogramas según flujos BIM.
- Manejo de conflictos internos y mediación entre disciplinas.
- Coordinación de reuniones técnicas y liderazgo de decisiones colaborativas.

Habilidades blandas:

- Capacidad de resiliencia ante presión o cambios inesperados.
- Adaptación a nuevos roles sin perder el vínculo con el equipo.
- Comunicación transversal con diferentes perfiles técnicos y directivos.

Estas habilidades se alinean con los niveles de madurez BIM definidos por Succar (2009), que exigen del BIM Manager una evolución constante hacia el liderazgo técnico-organizativo.

Proyección futura del rol y del proyecto

El rol del BIM Manager en Ecuador aún está en construcción. NOVAHABITAT fue un ejemplo de cómo, incluso en contextos emergentes, se puede implementar una **estructura BIM sólida y replicable** si existe liderazgo técnico y apoyo organizacional.

Proyecciones a futuro:

- Consolidar una metodología interna BIM replicable en nuevos proyectos de INNOBIM.
- Promover la formación de nuevos perfiles de BIM Managers con enfoque estratégico y humano.
- Integrar BIM con otras metodologías como Lean Construction, IoT o plataformas ERP.
- Participar en el desarrollo de normas locales alineadas a la ISO 19650.
- Aportar en la academia como formador de nuevos profesionales para la industria AEC digital.

Esta experiencia marcó el inicio de una nueva etapa profesional, con mayor claridad sobre el potencial transformador de la metodología BIM cuando se aplica con liderazgo, planificación y compromiso.

Como concluyen Hardin y McCool (2015), “el BIM Manager no es solo un técnico, es un agente de cambio que guía la evolución digital de los equipos y los proyectos” (p. 230). Esta visión será la base para todos los retos venideros.

Conclusiones del Capítulo

El presente capítulo ha documentado de manera integral la implementación, evolución y aportes del rol del BIM Manager en el proyecto **NOVAHABITAT**, evidenciando que su impacto va mucho más allá de la coordinación técnica. Este rol ha demostrado ser una figura **estratégica y articuladora**, capaz de transformar la manera en que se diseñan, documentan y gestionan los proyectos inmobiliarios en entornos colaborativos BIM.

Síntesis de hallazgos

Los principales hallazgos de esta experiencia son los siguientes:

- El proceso de transición profesional desde Líder de Arquitectura a BIM Manager fue desafiante pero exitoso, permitiendo ampliar la visión del proyecto desde lo disciplinar a lo estratégico.
- La implementación efectiva del BEP, EIR, protocolos y herramientas como ACC, Revit, Navisworks y Presto permitió estandarizar procesos, reducir errores, mejorar la trazabilidad y elevar la calidad de los entregables.
- El liderazgo del BIM Manager fue clave en la coordinación entre disciplinas, en la resolución de conflictos, en la gestión de interferencias y en la planificación de entregas por fases.
- Se logró consolidar un equipo interdisciplinario más maduro, colaborativo y comprometido con la mejora continua, gracias a la cultura de retroalimentación, reuniones semanales, y planificación estructurada.
- La resiliencia del equipo ante situaciones complejas (como la renuncia del líder de estructura) evidenció la importancia de tener protocolos claros, roles bien definidos y un BIM Manager activo en la gestión del cambio.

- La documentación generada (BEP, manuales, matrices, actas) representa un **legado replicable** para futuros proyectos, mejorando la curva de aprendizaje y eficiencia organizacional.

Evaluación del valor agregado del rol

El valor agregado del BIM Manager se manifestó en distintas dimensiones:

Dimensión	Valor generado
Técnica	Modelos coherentes, interferencias resueltas, entregables estandarizados.
Organizacional	Procesos formalizados, roles claros, cronogramas cumplidos.
Humana	Equipos integrados, liderazgo colaborativo, comunicación fluida.
Estratégica	Coordinación entre cliente, equipo técnico y objetivos del proyecto.
Operativa	Uso eficiente del CDE, cumplimiento de hitos, trazabilidad documental.

Estos beneficios no son abstractos, sino **tangibles y medibles**. La figura del BIM Manager permitió transformar un proyecto complejo en una experiencia de aprendizaje, innovación y eficiencia.

Como señala Eastman et al. (2018), “el verdadero impacto del BIM Manager se manifiesta cuando se integran personas, procesos y tecnología bajo un liderazgo técnico bien estructurado” (p. 451). En NOVAHABITAT, esta afirmación fue plenamente validada.

Recomendaciones para futuros proyectos BIM en Ecuador

Con base en los aprendizajes obtenidos, se proponen las siguientes recomendaciones para potenciar la aplicación del rol del BIM Manager en futuros proyectos nacionales:

- **Asignar el rol del BIM Manager desde la etapa inicial del proyecto**, preferiblemente antes del anteproyecto, para definir desde el principio los usos BIM, el CDE y los procesos de trabajo colaborativo.
- **Impulsar la creación y aplicación de BEPs y EIRs realistas y operativos**, elaborados en conjunto con todos los actores, y ajustados según la evolución del proyecto.
- **Establecer sistemas de capacitación continua** para líderes de disciplina, modeladores y asistentes BIM, con enfoque en herramientas, normas ISO, metodologías ágiles y liderazgo colaborativo.
- **Documentar los procesos internos y generar un repositorio de buenas prácticas BIM**, incluyendo checklists, plantillas, protocolos, y flujos de trabajo reutilizables.
- **Fomentar el reconocimiento formal del rol del BIM Manager** en empresas privadas, instituciones públicas y universidades, incorporándolo en licitaciones, procesos académicos y marcos normativos.
- **Integrar BIM con otras metodologías** como Lean Construction, GIS, o plataformas ERP, para elevar el nivel de madurez digital del sector de la construcción en el país.
- **Promover la creación de una comunidad nacional de BIM Managers**, que comparta experiencias, desarrolle estándares locales y aporte a la transformación digital del sector AEC en Ecuador.

El caso de NOVAHABITAT demuestra que el BIM Manager no es un cargo simbólico ni accesorio: **es un rol fundamental para garantizar la calidad, coordinación y eficiencia** en proyectos desarrollados bajo metodología BIM. Su impacto se traduce en mejores entregables, equipos más cohesionados y procesos más sostenibles.

Esta experiencia refuerza la necesidad de continuar profesionalizando este rol, adaptarlo a la realidad local y convertirlo en un estándar dentro del desarrollo inmobiliario y de infraestructura en Ecuador.

Bibliografía

Autodesk. (2022). Autodesk Construction Cloud: Documentation and Workflows. Autodesk Inc. <https://construction.autodesk.com>

Autodesk. (2023). Navisworks Manage – Clash Detection and 4D Simulation Guide. Autodesk Knowledge Network. <https://knowledge.autodesk.com>

Autodesk. (2023). Model Checker for Revit – User Manual. <https://www.biminteroperabilitytools.com/modelchecker>

BIMForum. (2019). Level of Development (LOD) Specification: For Building Information Models. <https://bimforum.org/lod/>

BuildingSMART. (2020). Industry Foundation Classes (IFC) – ISO 16739:2018. <https://technical.buildingsmart.org>

Instituto Nacional de Estadística y Censos – INEC (Ecuador). (2024). Base de precios referenciales de la construcción. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec>

International Organization for Standardization. (2018). ISO 19650-1: Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works – Part 1: Concepts and principles. ISO.

International Organization for Standardization. (2018). ISO 19650-2: Delivery phase of the assets. ISO.

International Organization for Standardization. (2020). EN 17412-1:2020 – Building Information Modelling. Level of Information Need. ISO.

Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (MITMA). (2020). Guía para la elaboración del Plan de Ejecución BIM (BEP). Gobierno de España. <https://www.mitma.gob.es/arquitectura/estrategia-bim>

NHBT-INB-FP-XX-EIR-MNG-001. (2025). Requisitos de Información del Proyecto NOVA HABITAT. Documento interno.

NHBT-INB-FD-XX-INF-MNG-001. (2025). Protocolo de Coordinación y Control de Modelos BIM. Documento interno.

NHBT-INB-FP-XX-MNL-MNG-001. (2025). Manual de Nomenclatura y Estilo de Archivos BIM del Proyecto NOVA HABITAT. Documento interno.

UNI 11337 (Italia). (2017). Building and Construction – Digital Management of Building Information Processes. Ente Nazionale Italiano di Unificazione.

Barison, M. B., & Santos, E. T. (2010). *BIM teaching strategies: An overview of the current approaches*. In: Proceedings of the International Conference on Computing in Civil and Building Engineering (ICCCBE).

Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2018). *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers* (3rd ed.). John Wiley & Sons.

Hardin, B., & McCool, D. (2015). *BIM and Construction Management: Proven Tools, Methods, and Workflows* (2nd ed.). John Wiley & Sons.

Kassem, M., & Succar, B. (2017). BIM roles and responsibilities – current developments and future directions. *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*, 22, 134–161. <https://doi.org/10.36680/j.itcon.2017.008>

Sacks, R., Eastman, C., Lee, G., & Teicholz, P. (2018). *BIM Handbook*. John Wiley & Sons.

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>