

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL

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

**Título del Trabajo de Titulación:
Gestión BIM del proyecto Almacén Industrial
Rol Líder de Estructuras**

Maria Natali Siza Caiza

Quito, Octubre de 2023

DECLARACIÓN JURAMENTADA

Yo, MARIA NATALI SIZA CAIZA con cédula de identidad # 1804112892, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado a calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

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

D. M. Quito, Octubre de 2023

Maria Natali Siza Caiza

Correo electrónico: maria.siza@uisek.edu.ec

DECLARATORIA

El presente trabajo de investigación titulado:

**“GESTIÓN BIM DEL PROYECTO ALMACEN INDUSTRIAL, ROL LIDER
DE ESTRUCTURA”**

Realizado por:

MARIA NATALI SIZA CAIZA

como Requisito para la Obtención del Título de:

MAGISTER EN GERENCIA DE PROYECTOS BIM

ha sido dirigido por el profesor

PABLO VÁSQUEZ

quien considera que constituye un trabajo original de su autor

FIRMA

**GESTIÓN BIM DEL PROYECTO ALMACEN INDUSTRIAL, ROL LIDER DE
ESTRUCTURA**

Por

Maria Natali Siza Caiza

Octubre 2023

Aprobado:

Pablo, P, Vasquez, V, Tutor

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

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

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

Aceptado y Firmado: _____ día, mes, año

Pablo, P, Vásquez, V.

Aceptado y Firmado: _____ día, mes, año

Primer Nombre, Inicial, Primer Apellido, Inicial.

Aceptado y Firmado: _____ día, mes, año

Primer Nombre, Inicial, Primer Apellido, Inicial.

_____ día, mes, año

Primer Nombre, Inicial, Primer Apellido, Inicial.

Presidente(a) del Tribunal

Universidad Internacional SEK

Dedicatoria

El presente trabajo va dedicado al esfuerzo y trabajo diario que realizamos los profesionales de la construcción, aquellos que buscamos, reducir los reprocesos, optimizar los recursos y lograr un trabajo de calidad que mejore las condiciones de la población, va para arquitectos e ingenieros que en cumplimiento de su trabajo dedican horas de su vida para buscar la herramientas y metodologías que se adapten a su entorno, y en esa dedicación están la inspiración más bonita de lograr un mundo mejor “La familia”. Con mucho cariño para mi familia.

Agradecimiento

Las Gracias al equipo Industrial BIM por el trabajo de cooperación y colaboración realizado.

Resumen

BIM, o Building Information Modeling (Modelado de Información de la Construcción), es una metodología que integra la creación y gestión de datos y modelos digitales en proyectos de diseño y construcción. El objetivo principal es mejorar la eficiencia y la colaboración en todas las etapas del ciclo de vida de una edificación, desde el diseño inicial hasta la construcción y el mantenimiento posterior.

En el contexto de nuestro proyecto de tesis, se desarrollará un Almacén Industrial destinado al comercio de artículos de construcción, hogar y domésticos. Este almacén se compone de varias zonas funcionales: administrativa, almacenamiento, carga y descarga, así como una zona de estacionamiento.

Mediante el uso de la metodología BIM, el proyecto contendrá información detallada sobre los componentes de cada disciplina, creando un modelo digital inteligente capaz de interactuar y actualizarse.

La ventaja de esta metodología radica en su capacidad para facilitar la detección de conflictos y errores de diseño antes de que se inicie la construcción. Esto, a su vez, permite reducir costos y minimizar la necesidad de re trabajos posteriores. Al contar con atributos y propiedades específicas, los elementos del modelo se vuelven interactivos, lo que contribuye a una mejor toma de decisiones y a la optimización de los recursos durante todo el proceso constructivo. En resumen, la aplicación de la metodología BIM en este proyecto de tesis garantizará una mayor eficiencia en la gestión de la información, una mejor colaboración entre los actores involucrados y la reducción de errores y costos potenciales durante la construcción del Almacén Industrial.

Palabras clave: metodología, gestión

Abstract

BIM, or Building Information Modeling is a methodology that integrates the management of data and digital modeling in the design and construction of projects. The main objective is to improve the efficiency and collaboration in all the stages of the project life cycle from planning, design, execution, operation and maintenance.

In the context of this project, the “BIM Management of the Industrial Warehouse Project” will be developed, this Industrial Warehouse aims for the sale of construction items. The Warehouse is composed of functional areas, such as administrative area, storage area, loading and unloading area, and a parking area.

By applying the BIM methodology, the project will have detail information of each discipline involved, creating a digital model which is capable of interacting and updating.

The advantage of this methodology lies in its ability to identify conflicts and design errors before the construction execution. In addition, it allows the reducing of costs and minimize the need of subsequent rework. By having specific features and properties, the elements of the model become interactive which contributes to better decision making and the optimization of resources throughout the construction process. To sum up, the application of the BIM methodology in this project will guarantee greater efficiency in information management, better collaboration between the stakeholders, and unnecessary costs during the construction of the Industrial Warehouse.

Keywords: methodology, management, stakeholders

Tabla de Contenidos

Contenido

Lista de Tablas.....	14
Lista de Figuras	16
Tabla de Abreviaturas	19
Capítulo 1: Objetivos académicos.....	21
1.1 Objetivos generales.....	21
1.2 Objetivos específicos.....	21
Capítulo 2: Descripción del proyecto.....	23
2.1 Introducción general	23
2.2 Descripción del proyecto	24
Capítulo 3: Metodología BIM.....	26
3.1 Ciclo de vida de un proyecto de construcción.....	26
3.2 Ciclo de vida BIM.....	27
3.3 Involucrados.....	29
3.4 Dimensiones BIM.....	30
3.5 Norma ISO 19650	34
3.5.1 Resultados de la aplicación de la norma ISO 19650.....	35
3.5.2 Requisitos de la Información	35
3.5.3 Niveles de Información Necesaria	36
3.5.4 Entorno Común de Datos	36
Capítulo 4: EIR.....	38

Capítulo 5: PLAN DE EJECUCION BIM (BEP) ALMACEN INDUSTRIAL.....	39
5.1 Información general	39
5.2 Historial de revisiones	40
5.3 Estrategia y Gestión	40
5.3 Información general	41
5.4 Fases del proyecto.....	41
5.5 Datos de contacto	41
5.6 Objetivos BIM.....	43
5.7 Usos BIM	46
5.8 Roles.....	47
5.8.1 Promotor/ Cliente	48
5.8.2 Gerente de Proyecto BIM/ BIM Manager.....	48
5.8.3 Coordinador BIM/ BIM Coordinator.....	50
5.8.4 Líder de Arquitectura/ Estructuras/ Mecánica/ Eléctrica/ Plomería .	51
5.9 Diseño del proceso	53
5.10 Formatos de intercambio	55
5.11 Seguridad de la información	56
5.12 Control de calidad y revisión BEP	57
5.13 Estructura de informacion.....	59
• 5.13.1 Level Of Development (LOD)	59
• 5.13.2 Información asociada al modelo	60
• 5.13.3 Hitos y entregables	60
• 5.13.4 Estructura de archivos.....	61
• 5.13.5 Nomenclatura de archivos.....	62

5.14 Requisitos técnicos	62
• 5.14.1 Software	62
• 5.14.2 Modelo nativo	63
5.14.3 Entorno Común de Datos (CDE)	67
5.14.4 Modelo Federado	67
5.14.4 Trabajo colaborativo	67
5.14.5 Coordinación de disciplinas	68
5.14.6 Control de cambios	69
5.14.7 Proceso de revisión	70
5.14.8 Pautas de modelado de Arquitectura	70
5.14.9 Pautas de modelado Estructuras	71
5.14.10 Pautas de modelado MEP	71
5.15 Entregables	71
5.16 Análisis de Gestión de Proyecto	72
Capítulo 6: Detalle del rol – Líder de Estructuras	73
6.1 Introducción (descripción rol)	73
6.2 Objetivos	74
6.3 Funciones del Rol	75
6.4 Responsabilidades	76
6.5 Entregables	76
6.6 Actividades del rol	76
Creación y configuración del archivo central para el modelo estructural	77
Desarrollo del Modelo 3D Estructural	78
• Fase de modelado al 25%: Cimentación Estructural	78

• Fase de modelado al 50%: Almacén Estructural	80
• Fase de Modelado al 75%: suelos, losas y gradas del Almacén	83
• Fase de modelado al 100%: modelo estructural + áreas de infraestructura parqueadero-cisterna	84
• Modelado extra: Detalles estructurales.....	84
Modelos certificados.....	86
Fase coordinación interdisciplinar.....	87
Ejecución del cronograma, planificación y simulación constructiva 4D.....	90
Ejecución del presupuesto del Almacén Industrial - 5D.....	95
Asistencia a las reuniones periódicas Equipo Industrial BIM	100
6.7 Entorno común de datos	101
6.8 Flujos de trabajo.....	103
6.7.1 Flujo de entregas al 25, 50 y 75% del modelado Estructural.....	103
Flujo de entregas al 100% del modelado Estructural.....	104
Flujo de Análisis de comparativas	105
6.8.2 Flujos de trabajo y coordinación rol Lider Estructural	106
6.9. Análisis de Gestión del proyecto	106
Capítulo 7. Gestión de Proyecto	106
7.1 Análisis de riesgos.....	106
7.1.1 Riesgos en la etapa de Gestión y Diseños	110
7.1.2 Riesgos en la etapa de ejecución (construcción del proyecto)	111
7.2 Análisis de Montecarlo.....	113
7.2.1 Análisis de Montecarlo, Diseños y Gestión BIM	114

7.2.2 Análisis de Montecarlo, Alternativa Columnas con hormigón y pavimento de adoquín.	119
7.2.3 Análisis de Montecarlo, Alternativa Columnas metálicas y pavimento asfáltico.....	124
Capítulo 8: Conclusiones y Recomendaciones	129
8.1 Conclusiones.....	129
8.1.1 Conclusiones generales	129
8.2 Recomendaciones.....	134
Capítulo 9: Referencias	135

Lista de Tablas

Tabla 1 Descripción del proyecto.....	24
Tabla 2 Gestión de la Integración del Proyecto.....	26
Tabla 3 Ciclo de vida y relación dimensiones BIM, (Muñoz, E. 2022, Octubre 20).....	31
Tabla 4 Historial de revisiones BEP.....	40
Tabla 5 Información general del Proyecto	41
Tabla 6 Fases del Proyecto	41
Tabla 7 Equipo consultor.....	42
Tabla 8 Objetivos BIM.....	44
Tabla 9 Usos BIM	46
Tabla 10 Roles asignados del Equipo Consultor	47
Tabla 11 Seguridad de información	56
Tabla 12 Proceso de control de calidad	58
Tabla 13 Reuniones planificadas.....	60
Tabla 14 Nomenclatura de archivos	62
Tabla 15 Softwares a utilizar	62
Tabla 16 Coordenadas de proyecto	64
Tabla 17 Unidades de medida	66
Tabla 18 Navegador de proyecto.....	66
Tabla 19 Matriz de colisiones.....	69
Tabla 20 Interrogantes a la Gestión de Cambio	69
Tabla 21: Auditorias al modelo estructural, fuente propia.	87
Tabla 22: Reporte de Informes e Incidencia plataforma ACC, Fuente propia.....	87
Tabla 23: Resumen de tareas y duraciones proyecto estructural en Hormigón, Fuente Industrial BIM propia	91

Tabla 24: Resumen plazo modelo estructural hormigón, fuente propia.....	92
Tabla 25: Resumen de tareas y duraciones proyecto estructural Metalico, Fuente Industrial BIM	93
Tabla 26: Resumen Cronograma modelo estructural Metalico, Fuente Industrial BIM propia.....	94
Tabla 27: Presupuesto con columnas de hormigon y pavimento adoquin, Fuente propia	96
Tabla 28: Presupuesto columnas metálicas y pavimento de asfalto, fuente propia.....	98

Lista de Figuras

Figura 1 Almacén Industrial	23
Figura 2 Ciclo de vida de un proyecto.....	29
Figura 3 Ejemplo de involucrados del proyecto	30
Figura 4 Dimensiones BIM	31
Figura 5 Portada de libro introducción a la norma ISO 19650.....	34
Figura 6 Guía Introducción a la ISO 19650 –	35
Figura 7 Niveles de Información	36
Figura 8 Entorno Común de Datos	36
Figura 9 Modelo Estructural.....	60
Figura 10 Modelo Estructural.....	60
Figura 11: Modelación en BIM	73
Figura 12: Organigrama perspectiva Líder Estructural	74
Figura 13: Archivo central Estructuras - Plataforma ACC,	77
Figura 14: modelado cimentación,	78
Figura 15: Planta de zapatas rectangular	79
Figura 16: Planta de vigas de cimentación, fuente Modelo estructural propia	80
Figura 17: Armazón estructural del Almacén Industrial, fuente Modelo estructural propia.....	80
Figura 18: Plano con modelado de columnas, fuente Modelo estructural propia	81
Figura 19: Plano de estructura entrepiso área administrativa, fuente Modelo estructural propia.....	81
Figura 20: vigas estructurales losa ejes 1-2, fuente Modelo estructural propia	82
Figura 21: Planta de cubierta correas	82
Figura 22: Corte pórtico Almacén Industrial.....	82

Figura 23: 3D Losas y escaleras	83
Figura 24: Planta paños de contrapiso.....	83
Figura 25: Implantacion estructural, Fuente IND-BIM.....	84
Figura 26: Vista desde el interior de Almacén Industrial.....	84
Figura 27: Cercha eje A--A	85
Figura 28: sección de viga eje 6, modelo estructural Industrial BIM	85
Figura 29: Detalle de unión viga central	85
Figura 30: Escalera Mezzanine Área Administrativa.....	86
Figura 31: Aplicación de auditoria al modelo estructural.	86
Figura 32: Reporte Model Checker modelo al 100%.....	87
Figura 33: Detalle Incidencia.	88
Figura 34: Incidencia n° 112 Diseño estructural columna metálica.....	88
Figura 35: Informes de Transmisión	89
Figura 36: Publicación del modelo estructural	90
Figura 37: Simulación constructiva modelo estructural.....	90
Figura 38: Modelo columnas de hormigón armado	95
Figura 39: Modelo estructural con columnas Metálicas.....	97
Figura 40: Diseños columnas Metálicas.....	97
Figura 41: Incidencia 112 Aprobación de columnas metálicas.....	98
Figura 42 Matriz análisis cualitativo de riesgos	110
Figura 43 Matriz de riesgos etapa de Gestión y Diseño BIM	111
Figura 44 Matriz de riesgos Etapa de Construcción.....	112
Figura 45 Tabla de cálculo Montecarlo - Duraciones	115
Figura 46 Matriz de resultados probabilísticos	115
Figura 47 Análisis probabilístico Montecarlo	116

Figura 48 Análisis probabilístico Montecarlo	116
Figura 49 Tabla de cálculo Montecarlo – Costos	117
Figura 50 Matriz de resultados probabilísticos	117
Figura 51 Probabilidad Costos	118
Figura 52 Probabilidad Acumulada Costos	118
Figura 53 Tabla de cálculo Montecarlo-Duraciones	119
Figura 54 Matriz de resultados probabilísticos- Duraciones	120
Figura 55 Probabilidad Duraciones	120
Figura 56 Probabilidad Acumulada Duraciones.....	121
Figura 57 Tabla de cálculo Montecarlo- Costos.....	122
Figura 58 Matriz de resultados probabilísticos- Costos	122
Figura 59 Probabilidad Costos	123
Figura 60 Probabilidad Acumulada – Costos	123
Figura 61 Tabla de cálculo Montecarlo- Duraciones	124
Figura 62 Matriz de resultados probabilísticos- Duraciones	125
Figura 63 Probabilidad - Duraciones.....	125
Figura 64 Probabilidad Acumulada – Duraciones.....	126
Figura 65 Tabla de cálculo Montecarlo- Costos.....	127
Figura 66 Matriz de resultados probabilísticos- Costos	128
Figura 67 Probabilidad - Costos	128
Figura 68 Probabilidad Acumulada- Costos.....	129

Tabla de Abreviaturas

Valor	Descripción	Abreviatura
Definiciones Generales	Building Information Modeling	BIM
	International Organization for Standardization	ISO
	Entorno común de datos	CDE
Disciplina	Arquitectura	ARQ
	Estructura	EST
	Mecánica	MEP
	Eléctrica	MEP
	Plomería	MEP
Nombre empresa/Creador	Industrial BIM	INDBIM
Volumen ó Sistema	Zonas de proyecto	Z1, Z2, Z3, Z4.
Proyecto	Almacén industrial	AI
Localización	Guayaquil	GYE
Tipo	Modelos 3D	M3D
Arquitectura	Altura	H
	Muro	WALL
	Muro cortina	MCURT
	Puertas	PUERT
	Metal	MTAL
	Acero	STEEL
	Estantería	ESTANT
	Silla	SILL
	Silla con brazo	SILLBR
	Sofá	SOF
	Madera	MAD
	Cerezo	CRZ
	Escritorio	ESCRIT
	Rectangular	RECT
	Mesa comedor	MCMR
Estructura	Metálica	STEEL
	Hormigón armado	H.A
	Columna	C
	Hormigón	H
	Columna de hormigón	CH
	Espesor	E
	Viga	V
	Tipo t	T
	Viga tipo t	VT
	Ala ancha soldada	WWF

	Losa	L
	Losa de hormigón	LH
	Viga de hormigón	VH
	Sección hueca rectangular	SHS
	Tipo g	G
	Correa tipo g	CG
	Zapata	Z
	Zapata de hormigón	ZH
	Placa colaborante	PC
	Canal cercha	MCC
	Contrapiso	CP
	Asfalto	ASF
	Adoquín	ADQ
MEP	Agua fría	AF
	Sistema sanitario	SA
	Sub-disciplina eléctrico	ELEC
	Sub-disciplina Mécanica	HVAC
	Ducto	DUCT
	Tubería	TUB
	Lámpara	LAMP
	Policloruro de vinilo	PVC
	Accesorio codo	CODO
	Accesorio tee	T
	Accesorio transición	TRANS
	Accesorio reducción	REDC
Sostenibilidad	Sostenibilidad	SOS

Capítulo 1: Objetivos académicos

1.1 Objetivos generales

- Implementar la metodología BIM a través del desarrollo del proyecto Almacén Industrial, para la obtención del título de magister en Gerencia de Proyectos BIM
- Gestionar la fase de planificación y diseño utilizando la metodología BIM, y obtener resultados que nos permita la toma de decisiones constructivas además de cumplir el objeto del contrato a satisfacción del cliente.

1.2 Objetivos específicos

- Desarrollar los modelos de las disciplinas involucradas en el proyecto Almacén Industrial, para la creación de la simulación constructiva (4d).
- Ejecutar la coordinación y detección de conflictos entre los modelos Arquitectónicos, Estructurales y MEP (Hidrosanitario, Mecánico, Plomería) para la resolución de interferencias.
- Utilizar la metodología BIM para demostrar que el trabajo multidisciplinar coordinado ahorra costos en la construcción, a través de la prevención de posibles conflictos en obra, se valorizará el conflicto.
- Planificar el cronograma y el presupuesto de la fase de construcción del proyecto, a través de los programas MS Project/ Presto.
- Comparar el cronograma y el presupuesto de las columnas de hormigón armado versus columna de perfil metálico, ver su implicación en el costo y tiempo de ejecución de obra de cada uno de los sistemas.

- Analizar la factibilidad de implementación de uso de energía renovable mediante paneles fotovoltaicos colocados en la cubierta, que generarán energía sostenible, para la iluminación de la zona administrativa.

Capítulo 2: Descripción del proyecto

2.1 Introducción general

En la ciudad de Guayaquil se inicia una licitación para la construcción de un almacén industrial a través de la implementación de la metodología BIM. El proyecto se implantará en la Urbanización Mucho Lote Etapa 6, Avenida Francisco de Orellana, Manzana 2576, parroquia Pascuales, ciudad de Guayaquil - Ecuador y está conformado por 3 lotes de terreno.

Se implementa la metodología BIM para proyecto del almacén industrial para obtener el análisis de comparativas de materiales constructivos y su implicación de las decisiones de los distintos métodos constructivos para la reducción de tiempos y costos de construcción.

El estudio se centra en la aplicación de la metodología BIM, proponiendo su aplicación para garantizar una mayor eficiencia en la gestión de la información, colaboración bilateral entre los involucrados y la reducción de errores, costos y tiempos innecesarios durante la planificación y construcción del Almacén Industrial.



Figura 1 Almacén Industrial
Fuente: Industrial BIM

2.2 Descripción del proyecto

Tabla 1 Descripción del proyecto

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	
Promotor	Universidad Internacional SEK
Nombre del proyecto	Almacén Industrial
Breve descripción del proyecto	Almacén Industrial, destinado para la comercialización de artículos domésticos, de construcción y demás mercadería de mejora del hogar.
Dirección del proyecto	Urbanización Mucho Lote Etapa 6, Avenida Francisco de Orellana, Manzana 2576, Solar 2, ciudad de Guayaquil, Ecuador.
N° predio/ clave catastral	059-2576-002-5-0-0-1
Zona Metropolitana	Distrito Metropolitano de Guayaquil
Área de predio según escrituras	16 518.11 m ²
Área aproximada de construcción	9,421.51 m ²
Área de parqueaderos	6115 m ²

Área por zona	
• Sala de ventas (almacén)	6360.14m2
• Oficinas (administrativo)	234.37 m2
▪ planta baja	234.37 m2
▪ planta alta	490.69 m2
• Bodega	62.50 m2
• Grupo electrógeno (mantenimiento)	62.50 m2
▪ planta baja	1669.50 m2
▪ planta alta	770.67 m2
• Patio de materiales	
• Patio de maniobras	

Capítulo 3: Metodología BIM

BIM es una metodología de trabajo colaborativa para la creación y gestión de un proyecto de construcción. Su objetivo es centralizar toda la información del proyecto en un modelo de información digital creado por todos sus agentes. (Building Smart. n.d.)

3.1 Ciclo de vida de un proyecto de construcción

Según el Project Managment Institute (2017), el ciclo de vida de un proyecto es la serie de fases que atraviesa un proyecto desde su inicio hasta su conclusión. Un proyecto típico puede desarrollarse de la siguiente manera:

Tabla 2 Gestión de la Integración del Proyecto

AREA DEL CONOCIMIENTO	INICIO	PLANIFICACION	EJECUCION	CONTROL	CIERRE
Integración	Desarrollar el Acta de Constitución del Proyecto	Desarrollar del Plan del Proyecto	Dirigir y Gestionar la ejecución del Proyecto Gestionar el conocimiento del Proyectos	Monitorear y control del trabajo del proyecto Controlar integrado de Cambios	Cerrar el Proyecto

Inicio

En la fase de “Inicio” del proyecto, se establecen las pautas iniciales a través del Acta de Constitución del proyecto.

Planificación

En esta fase el objetivo fundamental es establecer y concretar el ámbito, cronograma, presupuesto, recursos del proyecto hasta el nivel que permita al responsable del proyecto gestionar eficazmente y articular las actividades que conducen al éxito del proyecto.

Ejecución

En la fase de ejecución, posterior a la definición y asignación de roles y responsabilidades, se desarrollan los entregables del proyecto, deberá estar relacionada con el alcance y la calidad.

Monitoreo y Control

Comprende la gestión del cambio, seguimiento y control del proyecto, el análisis y reportes. Se realiza el seguimiento de la planificación asegurando el cumplimiento de todos los hitos y gestionando los cambios mediante la actualización de la planificación de proyectos y la comunicación a todos los involucrados.

Cierre de proyecto

El objetivo fundamental es formalizar la aceptación final del proyecto y asegurarse de una correcta transmisión del conocimiento a los usuarios recopilando la documentación final, así como la organización de la salida del equipo de trabajo de una manera ordenada y secuencial. (Metodología Básica de Gestión de Proyectos - PCManagement. (n.d.).https://www.pcmangement.es/editorial/Managem_powpoin/MetodologiadegestiondeProyectos.pdf)

3.2 Ciclo de vida BIM

El ciclo de vida de un proyecto BIM comprende todas las fases que componen un proyecto, las cuales incluyen:

Diseñar:

1. Diseño conceptual
2. Diseño de detalles
3. Análisis
4. Documentación

Construir:

1. Fabricación
2. Construcción 4D y 5D
3. Logística de construcción

Operar:

1. Operación y mantenimiento
2. Renovación

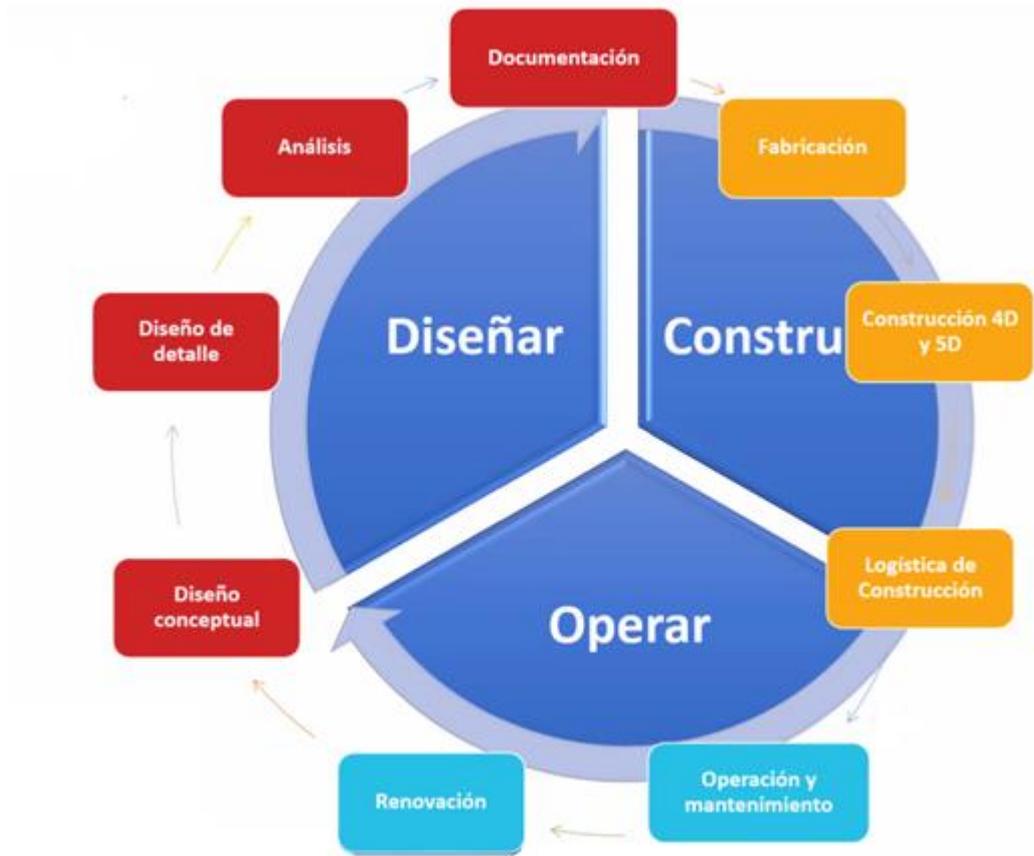


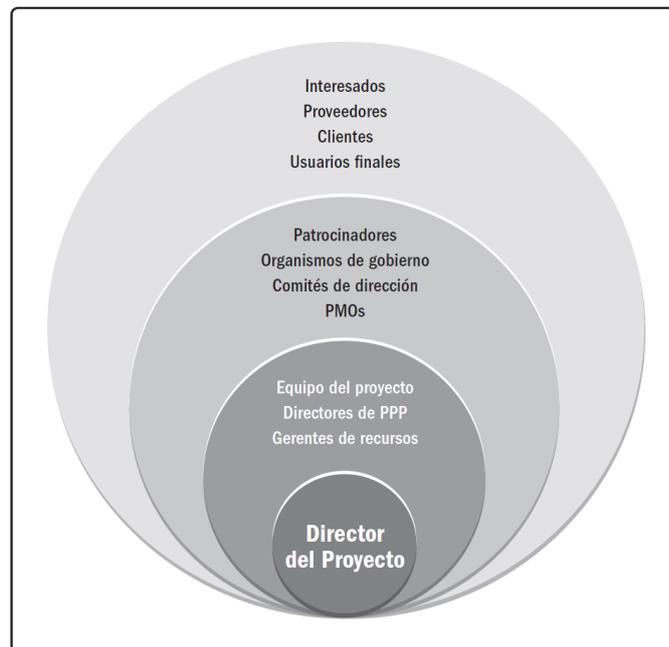
Figura 2 Ciclo de vida de un proyecto
Fuente: BIM (Muñoz, E. 2022, Octubre 13)

3.3 Involucrados

Los “involucrados” del proyecto son los individuos, grupos y organizaciones que están activamente involucradas en el proyecto, o cuyos intereses pueden verse afectados como resultado de la ejecución del proyecto o de la terminación del proyecto. (Project Management Institute, 2017)

Los “involucrados” claves en todo proyecto incluyen:

- Miembros del equipo del proyecto: el grupo que lleva a cabo el trabajo del proyecto.
- Sponsor: la persona o grupo que provee los recursos financieros, en cash o en especies, para el proyecto.
- Influenciadores: las personas o grupos que no están directamente relacionadas con la adquisición o el uso del producto del proyecto, pero que debido a su posición en la organización del cliente pueden influenciar positiva o negativamente, el curso del proyecto.
- PMO: Si esta existe en la organización, y si esta tiene una responsabilidad directa en el resultado del proyecto.



*Figura 3 Ejemplo de involucrados del proyecto
Fuente: (Project Management Institute, 2017)*

3.4 Dimensiones BIM

Las dimensiones BIM consiste en sectorizar cada fase del ciclo de vida de un proyecto en diferentes niveles, las dimensiones más relevantes se pueden observar en la siguiente figura.

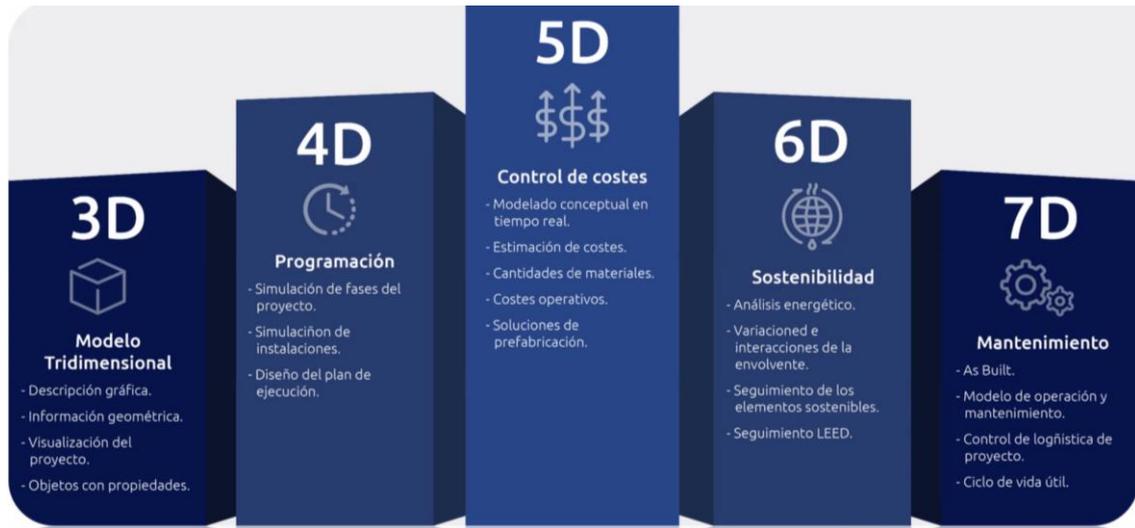


Figura 4 Dimensiones BIM
Fuente: (Muñoz, E. 2022, Octubre 20)

Tabla 3 Ciclo de vida y relación dimensiones BIM, (Muñoz, E. 2022, Octubre 20)

CICLO DE VIDA		ASE	SUNTO	BENEFICIOS
DISEÑO	DISEÑO CONCEPTUAL	3	Estudio Preliminar	Condiciones existentes
				Sistema de información geográfica (SIG)
				Análisis de la radiación solar

	DISEÑO ESQUEMÁTICO		Diseño conceptual	Estudio de sombras		
				Diseño paramétrico		
				Diagramas de programa		
	DESARROLLO DE DISEÑO		Cordinación	Coordinación /Detección de choques		
				Comunicación		
	DOCUMENTACIÓN DE CONSTRUCCIÓN		Dokumentación	Documentación más rápida		
				Mejor calidad de resultados		
	CONSTRUCCIÓN		D	4	Programación	Fases de simulaciones de proyectos
						Programación LEAN
5		Estimación		Reducción de tiempos		
				Cuantificación de materiales BOQ		

			Ingeniería de valor
			Soluciones prefabricadas
			Estimación de costes reales
OPERACIÓN	D 6	Sostenibilidad	Análisis de energía
			Certificación LEED
	D 7	Mantenimiento	BIM as-built (según lo construido)
			Sistema BMS
			Remodelación
			Manual de operación y mantenimiento
			Supervisión

3.5 Norma ISO 19650

Según The British Standards Institution (2023): La norma ISO 19650 es una norma internacional de gestión de la información a lo largo de todo el ciclo de vida de un activo construido utilizando el modelado de información para la edificación *Building Information Modeling* (BIM). Contiene todos los mismos principios y requisitos de alto nivel que Ciclo de vida de Activos BIM y está estrechamente alineado con los estándares británicos actuales 1192.

Según bsi-BIM-iso-19650-brochure-final-es.pdf (2019): ISO 19650 es la serie de normas internacionales para el Modelado de Información de Construcción (BIM). Define los procesos colaborativos para la gestión eficaz de información a lo largo de la fase operativa y de entrega de activos cuando se utiliza BIM.



Figura 5 Portada de libro introducción a la norma ISO 19650
Fuente: British Standards

3.5.1 Resultados de la aplicación de la norma ISO 19650

- Definición clara de la información que necesita el cliente del proyecto o el propietario del activo, así como de los métodos, procesos, plazos y protocolos de desarrollo y verificación de esta información;
- La cantidad y calidad de la información desarrollada es la suficiente para satisfacer las necesidades definidas;
- Transferencias eficientes y efectivas de información.

3.5.2 Requisitos de la Información

Los requisitos de información son un conjunto de especificaciones sobre la información que debe producirse, cuando, los métodos y su destinatario.

Se definen inicialmente por el adjudicador (cliente) y puede ser ampliado por los adjudicatarios (coordinador, líderes y modeladores) y son:

- Organización
- Proyecto
- Activo
- Intercambio



Figura 6 Guía Introducción a la ISO 19650 –
Fuente: BuildingSMART- España.

3.5.3 Niveles de Información Necesaria

Dentro de los niveles de información se detalla el siguiente esquema a desarrollar en el proyecto:

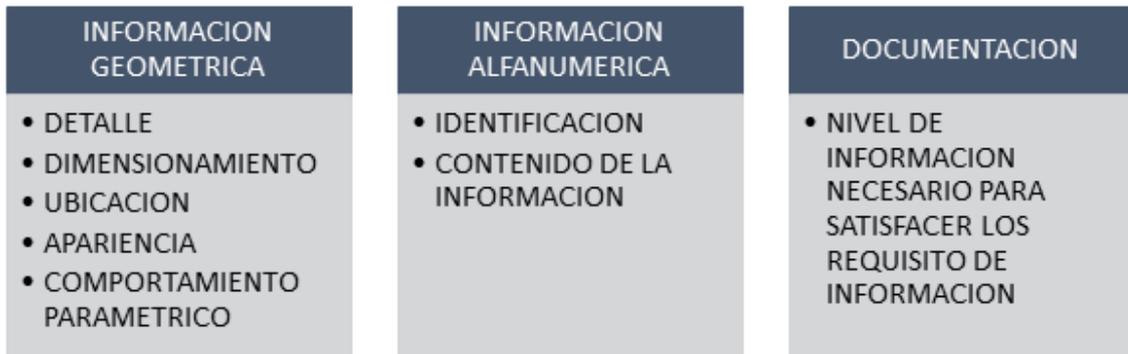


Figura 7 Niveles de Información

3.5.4 Entorno Común de Datos

La ISO 19650 indica que: El trabajo colaborativo está basado en un entorno común de datos (CDE), donde la información puede tener diferentes estados de acuerdo a la siguiente figura.



Figura 8 Entorno Común de Datos
Fuente: Industrial BIM

El entorno común de datos se basa en una solución tecnológica que permite lo siguiente:

- Gestión del estado de la información.

- Gestión y clasificación de los contenedores de información.
- Control de versiones.
- Control del acceso a la información.

Y a través del entorno común de datos también se realiza:

- Asignación de tareas y responsabilidades.
- Comunicación entre agentes.
- Visualización de los modelos de información

Se realiza el uso de una estructura fija de codificación y de metadatos para identificar los diferentes contenedores de información:

- Identificador único que aporta información.
- Búsquedas más eficientes.
- Mejora el intercambio de información

En el proyecto Industrial BIM, la nomenclatura usada corresponde al acuerdo entre los integrantes del equipo.

Capítulo 4: EIR

El Exchange Information Requirements “EIR” es un documento contractual que detalla los requisitos de información establecidos por el cliente y acordados por la parte contratada.

El documento EIR desarrollado y aprobado para el presente proyecto se encuentra en el “Capítulo 10 - Anexo A: EIR”.

Capítulo 5: PLAN DE EJECUCION BIM (BEP) ALMACEN INDUSTRIAL

5.1 Información general

Este documento ha sido desarrollado para dar respuesta y establecer criterios y parámetros claros a cada uno de los requerimientos establecidos en el Requerimiento de Información del Cliente (EIR). De tal forma que se registran los objetivos planteados de prioridad alta, media y baja, las responsabilidades por cada uno de los roles que conforman al equipo consultor, la estructura, las estrategias comunicacionales y de intercambio de información, los procedimientos y procesos establecidos para poder cumplir con el alcance fijado dentro de la metodología BIM.

El BEP se ha establecido con los parámetros de la norma “ISO-19650”, en base al estándar británico “PASS 1192-2:2023”, en referencia a la organización y digitalización de la información que se va a utilizar en el proyecto Almacén Industrial.

Muestra una estrategia para detallar el **PLAN DE EJECUCION BIM**, para el proyecto **ALMACEN INDUSTRIAL**, en la Urbanización Mucho Lote, Etapa 6, Avenida Francisco de Orellana, Manzana 2576, Solar 2, ciudad de Guayaquil, Ecuador.

El documento está estructurado de tal manera que permita el cumplimiento de los acuerdos en el EIR, en la implementación de la metodología BIM en el proyecto Almacén Industrial, contemplando los siguientes parámetros:

1. Definición de Objetivos Generales y Específicos para la implementación BIM.
2. Estrategia del Plan de implementación BIM.
3. Contratación del equipo técnico.
4. Definición del Organigrama de trabajo.
5. Asignación de roles conforme a la necesidad de entregables.
6. Diagramas de Flujo para cada proceso.
7. Establecimiento de protocolos de comunicación.

8. Implementación de un entorno común de datos.
9. Establecimiento de protocolos de modelado.
10. Establecimiento de protocolos de intercambio de información.
11. Diseño de carpetas, accesibilidad controlada.
12. Identificación de los usos del modelo, durante las fases del proyecto.
13. Definición de equipo de trabajo y entregables.
14. Definición de parámetros y procedimientos de comunicación, tecnología, y control de calidad.
15. Estrategias de solución para las indefiniciones.
16. Cronograma de entrega de productos.
17. Estudio del contexto inmediato del proyecto.
18. Georeferenciación del proyecto.
19. Modelo LOD 300 de Arquitectura, Estructuras y MEP.
20. Contexto inmediato mediante levantamiento Topográfico.
21. Ejecución de fases de modelado y planificación.

5.2 Historial de revisiones

Tabla 4 Historial de revisiones BEP

VERSION	FECHA	RESPONSABLE	MODIFICACION
1	30-07-2023	Andrés López	Primera versión
2	09-09-2023	Andrés López	Segunda versión

5.3 Estrategia y Gestión

El desarrollo del BEP en el capítulo de Estrategia y Gestión, se determina en los objetivos que tiene el cliente para poder establecer la medida adecuada del planteamiento BIM en el proyecto, además de informar sobre los principales agentes involucrados o asociados al proyecto, conforme las fases determinadas.

5.3 Información general

Tabla 5 Información general del Proyecto

Cliente	Lcdo. Elmer Muñoz- Universidad Internacional SEK
BIM Manager/ Gerente Proyecto	Arq. Andrés Lopez
Nombre de Proyecto	Gestión BIM del Proyecto Almacén Industrial
Dirección	Urbanización Mucho Lote, Etapa 6-Gye Ecuador
Fecha de inicio de contrato	04 de Mayo 2023

5.4 Fases del proyecto

Tabla 6 Fases del Proyecto

FASE DEL PROYECTO		FECHA DE ENTREGA	OBSERVACIONES
F1	Inicio	04-05-2023	
F2	Contratación EIR-BEP	09-05-2023	
F3	DISEÑOS Ejecución de Proyecto	18-09-2023	
F4	Gestión BIM	18-09-2023	
F5	Cierre	25-09-2023	

5.5 Datos de contacto

Para el desarrollo de las fases de modelado y planificación del Almacén Industrial, se procede a contratar al equipo Consultor, estructurado de la siguiente manera.

Tabla 7 Equipo consultor

GRUPO NUMERO 5			
NOMBRE DEL PROYECTO: ALMACEN INDUSTRIAL			
NOMBRE DEL EQUIPO CONSULTOR: INDUSTRIAL BIM			
CLIENTE: ELMER MUÑOZ			
N°	NOMBRE	TELEFONO	CORREO
1	Franklin Andres Lopez Berzosa	0994418789	franklin.lopez@uisek.edu.ec
2	Paulina Priscila Orejuela Chango	0989294255	paulina.orejuela@uisek.edu.ec
3	Javier André Apunte Castillo	0958652852	javier.apunte@uisek.edu.ec
4	Maria Natali Siza Caiza	0999075873	maria.siza@uisek.edu.ec
5	Oscar Santiago Olmedo Salazar	0996457748	oscar.olmedo@uisek.edu.ec

El organigrama del equipo es el siguiente:

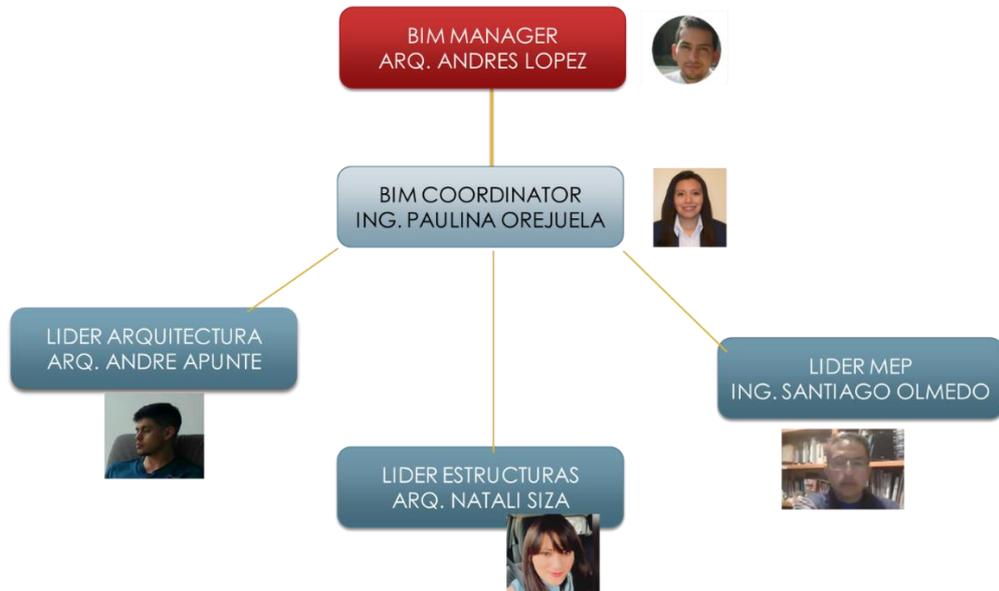


Ilustración 1 Organigrama del Equipo Consultor

5.6 Objetivos BIM

Implementar la metodología BIM en la Gestión del Proyecto Almacén Industrial para obtener resultados a través del análisis de las comparativas de materiales y sistemas constructivos y que determinen su implicación en la toma de decisiones de los distintos métodos constructivos para la reducción de tiempos y costos de construcción.

Prioridad Alta: Gestionar la fase de planificación y diseño (modelado) utilizando la metodología BIM, y obtener resultados tangibles que nos permita la toma de decisiones y cumplimiento del contrato con el cliente.

Prioridad Alta: Modelar arquitectura, estructura y mep (mecánico, hidrosanitario), para el desarrollo de una simulación constructiva 4D.

Prioridad Alta: Utilizar la metodología BIM para demostrar que el trabajo multidisciplinar coordinado ahorra costos en la construcción, a través de la prevención de posibles conflictos en obra, se valorizará el conflicto.

Prioridad Media: Ejecutar la coordinación y detección de conflictos entre los modelos arquitectónicos, estructurales y MEP (hidrosanitario y mecánico) para la resolución de interferencias.

Prioridad Media: Planificar mediante el programa MS Project/ Presto la fase de construcción, en base a los resultados de las comparativas estructurales, considerando 4d y 5d.

Prioridad Alta: Comparar el elemento estructural columnas en material de hormigón armado versus perfiles metálicos, ver su implicación en el costo y tiempo de ejecución de obra de cada uno de los sistemas.

Prioridad Alta: Comparar la estructura y tipo de pavimento en el área de estacionamientos con pavimento semirígido (adoquín) versus pavimento flexible

(asfalto) ver su implicación en el costo y tiempo de ejecución de obra de cada uno de los sistemas.

Prioridad Media: Demostrar que la resolución de interferencia en el modelo analítico representa un porcentaje importante en la reducción de costo a la obra.

Prioridad Baja: Utilizar el software Presto para la obtención del presupuesto en las disciplinas de Arquitectura y Estructura.

Prioridad Baja: Analizar la posible instalación de paneles fotovoltaicos en la cubierta, que generarán energía sostenible, para la iluminación de la zona administrativa.

Tabla 8 Objetivos BIM

PRIORIDAD (1,2,3)	DESCRIPCION DE OBJETIVOS	MEDIOS
1. Comunicación		
1	Establecer un medio comunicativo como fuente de información principal del proyecto	Trello
1	Determinar un entorno de trabajo colaborativo en la nube, que permita facilitar la comunicación entre los involucrados del proyecto conforme la norma ISO 19650	Autodesk Construction Cloud Google Drive
1	Determinar los accesos correspondientes conforme a la necesidad de cada rol	Autodesk Construction Cloud Google Drive
2. Gestión de la Información		
1	Establecer los entregables conforme el EIR	Excel
1	Estructurar el proceso de flujos de información.	
1	Diagramar los procesos para cada uno de los roles en base a sus responsabilidades	
1	Establecer los flujos por cada rol	Excel, Word

1	Establecer la información que se obtiene del modelo	Revit, Presto, Cad, Navisworks
1	Generar la información que no se obtiene del modelo	WBS, Ms Project, Presto, Excel
1	Generar la documentación grafica	Revit, Cad
3. Diseño 3D		
1	Determinar la base de datos del proyecto 2d (planos de todas las especialidades)	Cad
1	Establecer parámetros de modelado (ejes, estilos, protocolos, codificaciones)	Revit
1	Determinar las coordenadas georeferenciadas del modelo (ubicar punto de reconocimiento y punto base)	Revit
1	Realizar las auditorias de modelos	Revit
1	Elaborar el modelo LOD 300 (Arquitectura, Estructura, Mecánica, Eléctrica, Plomería)	Revit
1	Elaborar el modelo comparativo LOD 300 (Arquitectura y Estructura)	Revit
1	Elaborar los planos profesionales de cada especialidad	Revit, Cad
4. Coordinación		
1	Realizar la matriz de colisiones	Excel
1	Generar el informe de colisiones entre modelos (Arq vs Est, Arq vs MEP, Est vs MEP)	Navisworks, Excel
1	Solucionar en cada uno de los modelos las colisiones en base al informe	Revit, Excel
1	Generar el Modelo Federado y/o Coordinado	Navisworks/ Revit
1	Realizar la simulación Constructiva con el modelo Federado y el Cronograma General	Navisworks/ Ms Project
5. Planificación y Gestión de la Ejecución		

1	Establecer las mejores condiciones de ejecución del proyecto en base a las comparativas realizadas	Word
1	Utilizar el modelo federado para seguimiento constructivo	Navisworks, Revit
1	Determinar la incidencia de las colisiones en el proyecto y las soluciones respectivas	Navisworks, Revit
1	Determinar los riesgos en la etapa de Gestión y Constructiva	Excel
6. Medición y Costos		
1	Generar el costo total del proyecto, etapa de Gestión y Construcción	Excel, Presto
1	Elaborar el modelo con interoperabilidad para poder extraer volúmenes y generar presupuesto	Revit, Presto
7. Análisis y optimización de sistemas		
2	Realizar el análisis de costos para la implementación de paneles fotovoltaicos en la cubierta	Revit, Insight
8. Cierre		
1	Entregar los productos acordados en el EIR	
1	Análisis de Gestión del Proyecto	

5.7 Usos BIM

Tabla 9 Usos BIM

USOS	RESPONSABLES
Modelo Arquitectónico LOD 300 (3d)	Líder Arquitectura
Modelo Comparativo Arquitectura LOD 300 (3d)	Líder Arquitectura
Modelo Estructural LOD 300 (3d)	Líder Estructuras
Modelo Comparativo Estructural LOD 300 (3d)	Líder Estructuras
Modelo Mecánico LOD 300 (3d)	Líder MEP
Modelo Eléctrico LOD 300 (3d)	Líder MEP
Modelo Plomería LOD 300 (3d)	Líder MEP

Análisis y resolución de interferencias	Coordinador BIM
Modelo Coordinado/ Federado	Coordinador BIM
Simulación Constructiva (4d)	Coordinador BIM
Cronograma General (4d)	Lideres/ BIM Manager
Presupuesto General (5d)	Lideres/ BIM Manager
Análisis financiero implementación de paneles fotovoltaicos (6d)	Líder MEP

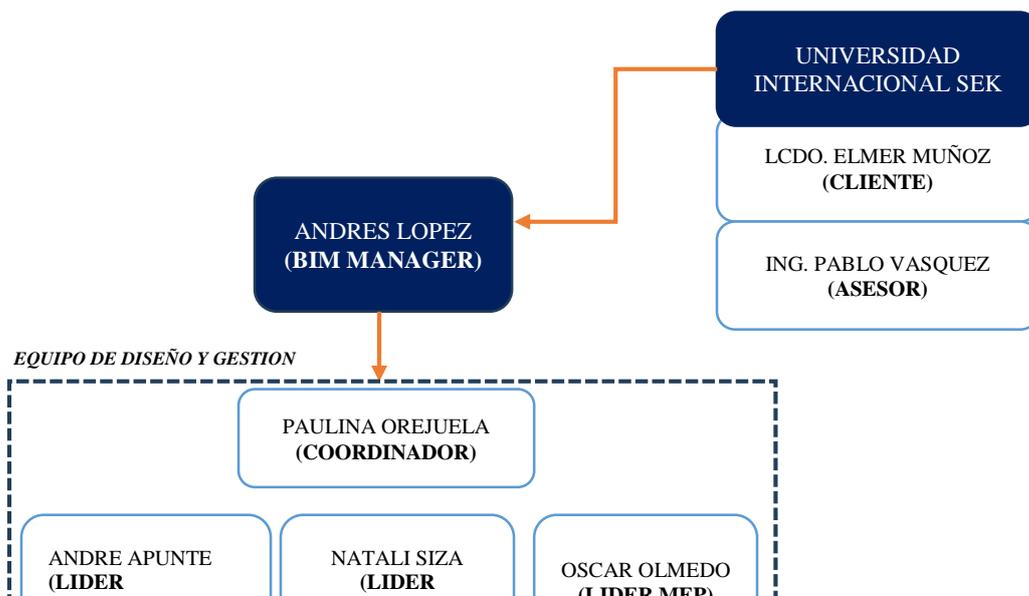
5.8 Roles

El equipo consultor conformado por 5 integrantes, se detalla los datos de contacto y el rol asignado para el proyecto

Tabla 10 Roles asignados del Equipo Consultor

GRUPO NUMERO 5					
NOMBRE DEL PROYECTO: ALMACEN INDUSTRIAL					
NOMBRE DEL EQUIPO CONSULTOR: INDUSTRIAL BIM					
CLIENTE: ELMER MUÑOZ					
N°	NOMBRE	ESPECIALIDAD	SIGLAS	TELEFONO	CORREO
1	Franklin Andres Lopez Berzosa	BIM MANAGER	BM	0994418789	franklin.lopez@uisek.edu.ec
2	Paulina Priscila Orejuela Chango	BIM COORDINATOR	BC	0989294255	paulina.orejuela@uisek.edu.ec
3	Javier André Apunte Castillo	LIDER DE ARQUITECTURA	BA	0958652852	javier.apunte@uisek.edu.ec
4	Maria Natali Siza Caiza	LIDER DE ESTRUCTURA	BE	0999075873	maria.siza@uisek.edu.ec
5	Oscar Santiago Olmedo Salazar	LIDER MEP	BMP	0996457748	oscar.olmedo@uisek.edu.ec

Se determina los agentes BIM involucrados en el proyecto



5.8.1 Promotor/ Cliente

Es la persona u organización que decide poner en marcha y financiar el Proyecto BIM, y para ello contrató los servicios del Equipo de Gestión de Proyecto llamado Almacén Industrial.

Mediante el contrato firmado “EIR”, el cliente y el equipo consultor acordaron los alcances y los entregables, a fin de dar cumplimiento a cabalidad de lo acordado. Elmer Muñoz figura como cliente en el contrato, y el Cliente asignado, finalmente quien evaluará el rendimiento y cumplimiento de los entregables a plena satisfacción.

5.8.2 Gerente de Proyecto BIM/ BIM Manager

El **BIM MANAGER** es la persona nombrada por el cliente para liderar al equipo de proyecto BIM, gestionar el proyecto , y alcanzar los objetivos para que se cumplan las expectativas del cliente acordadas en el contrato.

Dentro de las responsabilidades que maneja el BIM MANAGER o Gerente, se deberán considerar que el único responsable de la comunicación directa entre Cliente y equipo consultor será de exclusividad, los alcances acordados en el contrato serán de total cumplimiento.

El BIM MANAGER, será la persona quien se encargue de la parte operativa a nivel estratégico y táctico. De tal manera que el funcionamiento del equipo consultor tenga la debida fluidez para conseguir los objetivos planteados en el tiempo planificado.

Dentro de las funciones y responsabilidades que tiene el BIM Manager están las siguientes:

- Elabora el BEP del proyecto
- Entrega Al BIM Coordinador los diseños en 2d para el desarrollo del modelado y obtención del 3D.
- Determinar un cronograma de desarrollo de proyecto.
- Definir la necesidad de utilizar el Entorno común de datos.
- Determinar los procesos necesarios para cumplir con los objetivos planteados.
- Definir los flujos de interoperabilidad con el equipo.
- Desarrollar los protocolos BIM de acuerdo al EIR (Requisitos de Información del Cliente).
- Definir los objetivos y usos BIM del Cliente.
- Desarrollar el plan de proyecto. (BEP)
- Definir el alcance del proyecto. (BEP)
- Desarrollar el acta de constitución del proyecto. (BEP)
- Seleccionar, conformar y liderar el proyecto.
- Identificar y evaluar a los agentes intervinientes en el proyecto.
- Generar el plan de gestión del proyecto, incluyendo: alcance, presupuesto y cronograma.
- Gestionar y controlar los riesgos.
- Gestionar los cambios en el proyecto.
- Gestionar la calidad.
- Mantener el proyecto en coste y plazo.
- Hacer el seguimiento e informar del progreso y estado del proyecto.
- Determinará los hitos de entrega para cumplimiento del equipo consultor.

- Informar al cliente el proceso evolutivo del proyecto, en porcentaje de cumplimiento.
- Mediante el check list de recepción al equipo consultor, el BM procederá a la entrega de los productos finales al cliente, con el acta de entrega recepción definitiva, el acta tendrá el detalle de todos los entregables acordados.

5.8.3 Coordinador BIM/ BIM Coordinator

El Coordinador BIM es el agente responsable de coordinar el trabajo dentro de una misma disciplina, con la finalidad de que se cumplan los requerimientos del BIM Manager.

Realiza los procesos de chequeo de la calidad del modelo BIM (auditoria de modelo), y que éste sea compatible con el resto de las disciplinas del proyecto.

Las funciones y responsabilidades asignadas:

- Reportar al BM, el avance de la ejecución del proyecto.
- Convocar a las reuniones con el equipo y el BM.
- Coordinar con el BM los procesos que se van a desarrollar para cumplir con los objetivos propuestos.
- Evaluar los flujos de cada proceso, y mejorar de ser necesario.
- Asignar las tareas ajenas a las actividades del rol, como por ejemplo Actas de reunión, manejo de informes, entrega de informes, etc.
- Implementación de Entorno Común de datos (ACC), diseño de carpetas para el proyecto, asignación de carpetas según las responsabilidades del Rol, creación de flujo de trabajo.
- Enviar informes de entrega de proyecto al BM, conforme a los requerimientos de entrega acordados en el contrato.

- Gestión de la comunicación a través del proceso correspondiente y mediante el flujo asignado a la transferencia, recepción, envío de archivos.
- Coordinar el trabajo de los líderes de Arquitectura, Estructuras y MEP.
- Realizar los procesos de chequeo de la calidad del modelo BIM (Auditorías de modelo).
- Asegurar la compatibilidad del modelo BIM con el resto de las disciplinas.
- Elaborar el informe de colisiones de cada especialidad, y sugerir alternativas de solución a la interferencia encontrada.
- Realizar la lista de entregables por cada rol.
- Elaborar el check list de recepción de productos conforme el requerimiento y la contratación.
- En la recepción provisional, elaborar las observaciones encontradas por el cliente, y la solución de los puntos que no están a satisfacción para su entrega definitiva.
- Elaborar el Acta entrega definitiva de proyecto.

5.8.4 Líder de Arquitectura/ Estructuras/ Mecánica/ Eléctrica/ Plomería

Es quien administra el diseño Arquitectónico/Estructural/MEP, incluyendo la aprobación y desarrollo de la información.

Es quien confirma los resultados de diseño del equipo Industrial BIM.

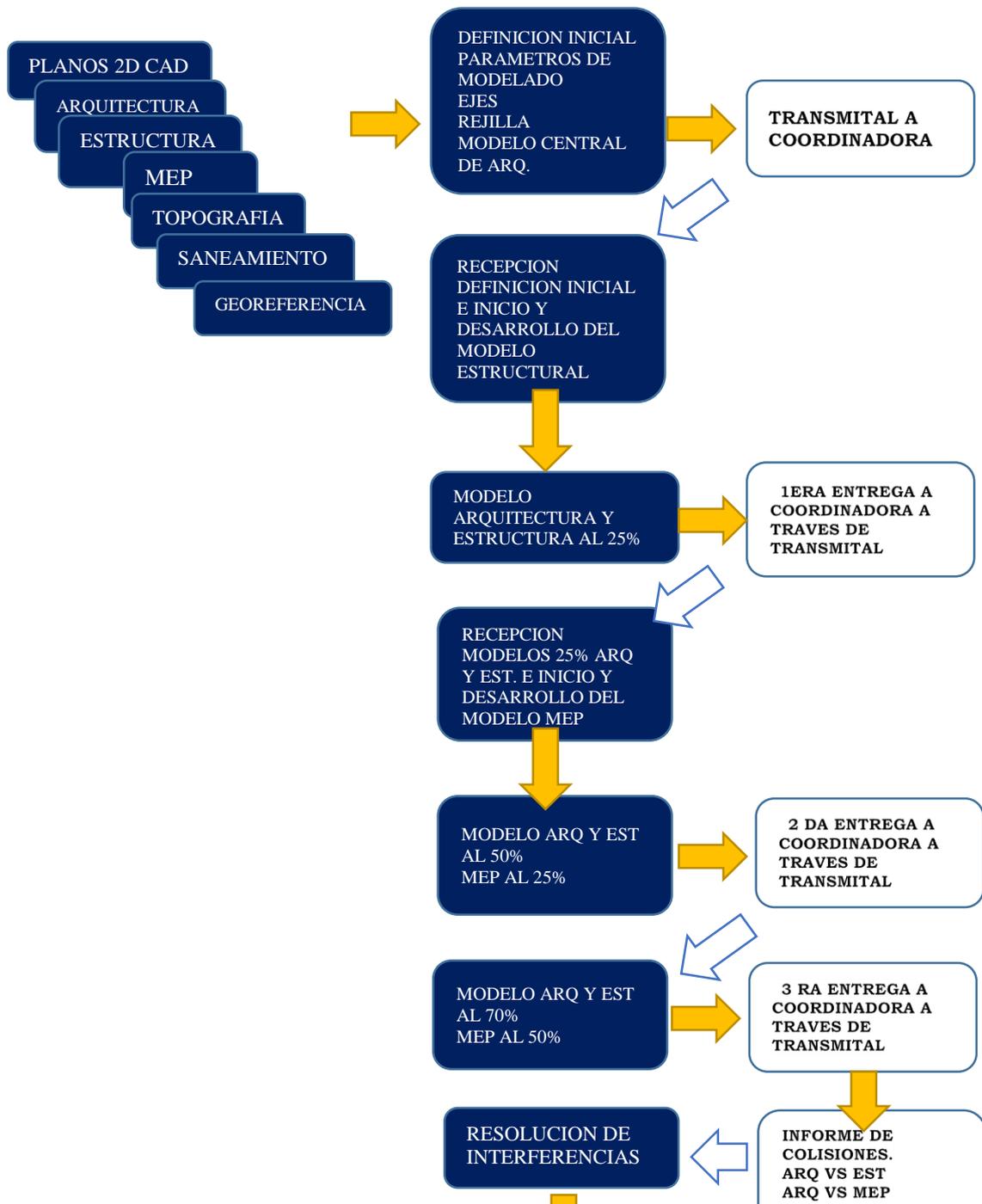
Firma y aprueba la documentación para la coordinación del diseño de detalle antes de ser compartida.

Sus funciones y responsabilidades:

- Recibe los planos en 2d, a través del Coordinador BIM, y desarrolla el modelado del proyecto.

- Realiza el modelado con la premisa “se modela como se construye”.
- Administrar el diseño Arquitectónico.
- Aprueba y desarrolla la información correspondiente a la Arquitectura.
- Aprueba los resultados del Equipo de Diseño del Proyecto
- Es la persona que proporciona, junto con el BIM Coordinador un enlace de comunicaciones entre los diferentes Equipos de Modelado del Proyecto.
- Genera el modelo local de su especialidad.
- Proporciona información fundamental para todas las disciplinas involucradas utilizando herramientas de software BIM.
- Creación de visualizaciones 3D, añadir elementos de construcción para los objetos de la biblioteca y enlace de datos del objeto.
- Utiliza los protocolos de diseño.
- Coordina constantemente y con cuidado su trabajo con las partes externas tales como arquitectos, ingenieros.
- Mantener su enfoque en la calidad y llevar a cabo sus tareas de una manera estructurada y disciplinada.

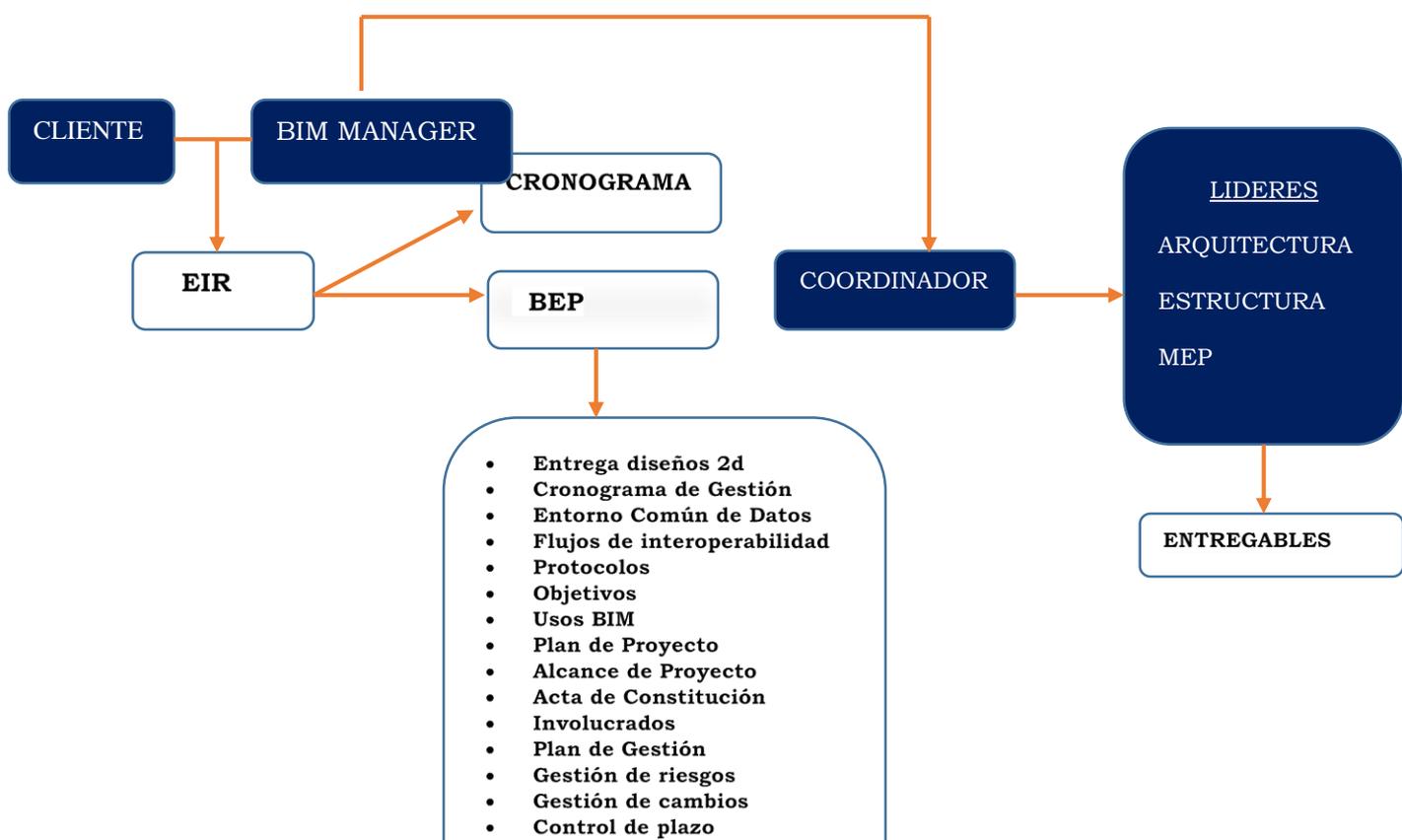
5.9 Diseño del proceso



El proceso de diseño BIM consiste en la firma inicial del requerimiento o necesidad a través del EIR, en donde se llegan acuerdos comunes con el Cliente.

El BIM MANAGER, posterior a la firma del contrato, establece un cronograma de desarrollo del proyecto, y ejecuta un BEP (plan de ejecución BIM), en el BEP estará incluido todos los procesos necesarios para el cumplimiento del contrato.

La contratación de la Coordinadora estará dentro de las obligaciones del BM, en cuyo caso, mediante el BEP, se analizará el perfil que mejor se ajuste a la necesidad del proyecto. La Coordinadora a su vez, y mediante el BEP, contratará al equipo de lideres, quienes responderán por el proceso y cumplimiento de los entregables.



5.10 Formatos de intercambio

Los formatos de intercambio de información entre softwares y que datos deben intercambiar.

El entorno de colaboración es el espacio donde se desarrolla el proyecto y debe tener la facultad de permitir el acceso a la información a los agentes que conforman el equipo del proyecto con diferentes roles de lectura, escritura y aprobación. La estrategia de colaboración se define según dos factores:

Técnica: la estrategia de colaboración resulta en el repositorio de información único para el proyecto durante el ciclo de vida del proyecto: diseño + construcción + uso y mantenimiento + derrocamiento

Procesos: definición de los flujos de intercambio de información y colaboración en el modelado, donde se indique los agentes responsables, el rol que desempeñan y las responsabilidades.



Gráfico 4 Organización de carpetas
Fuente: Norma ISO 19650

5.11 Seguridad de la información

El modelo central permite que el trabajo colaborativo BIM obtenga el control y la seguridad para que no existan cambios no aprobados o reportados en los modelos, por lo tanto, la información generada posee bajo grado de incertidumbre.

El proceso aplicado en este proyecto se basa en las entregas parciales de los modelos, de la siguiente manera:

Tabla 11 Seguridad de información

Especialidad	Avance	Fecha de entrega	Aprobación de Coordinación (SI/NO)
Arquitectura	25%	Mayo 2023	SI
	60%	Junio 2023	SI
	90%	Julio 2023	SI
	100%	Agosto 2023	SI
Estructura	25%	Mayo 2023	SI
	60%	Junio 2023	SI
	90%	Julio 2023	SI
	100%	Agosto 2023	SI
Mecánica	50%	Junio 2023	SI
	75%	Julio 2023	SI
	100%	Agosto 2023	SI
Eléctrica	50%	Junio 2023	SI
	75%	Julio 2023	SI
	100%	Agosto 2023	SI
Plomería	50%	Junio 2023	SI
	75%	Julio 2023	SI
	100%	Agosto 2023	SI
Informe de Colisiones	100%	Agosto 2023	SI

Modelo Coordinado	100%	Agosto 2023	SI
-------------------	------	-------------	----

Cada entrega parcial recibe una aprobación del Coordinador del proyecto, para lo cual en el avance de los modelos al 90% se realiza la resolución de colisiones, cada Líder realiza la corrección de modelos y entrega finalmente al 100%.

La aprobación de Coordinación del modelo al 100% de todas las especialidades y la comprobación en Navisworks conforma el modelo Federado.

No existirá duplicidad de archivos, y el control de los modelos será responsabilidad de la Coordinación, en caso de tener aprobados los modelos en el esquema de carpetas compartidas, se envía a “Compartido”, y es ahí donde el BIM Manager revisa el entregable final para presentación del cliente

Los archivos centrales se trabajan en el Autodesk Construction Cloud (ACC), y los modelos locales en el ordenador de cada Líder o Coordinador

El control total del ACC la tendrá el BIM Manager, y delegará la accesibilidad al Coordinador, de manera que tenga la opción de asignar carpetas o subcarpetas que estime necesario a cada uno de los líderes e involucrados en el proyecto.

5.12 Control de calidad y revisión BEP

La estrategia para el control de la calidad es la revisión continua de los modelos, establecida cada semana a partir del inicio de la ejecución de los trabajos.

Las reuniones de comprobación de estándares y seguimiento de protocolos permiten que se establezca una línea de revisión asociada al control de cambios y de estándares fijados en el BEP.

Revisión Semanal

- Reunión semanal cada lunes, revisión de modelos, auditoria, compatibilidad

- Revisión y resolución de avisos, alertas, y advertencias en los modelos
- Eliminar vistas redundantes
- Comprobación de georeferenciación
- Purgar los modelos, guardar el avance y desarrollo semanal

Revisión Quincenal

- Comprobación de georeferenciación
- Purgar los modelos
- Revisión y coordinación de los modelos
- Resolución de interferencias en los modelos conforme a la matriz

Revisión Mensual

- Comprobación de georeferenciación
- Verificación de estándares de calidad
- Revisión de elementos codificados conforme los protocolos de diseño

En base a la revisión constante que se da a los modelos, el BEP puede tener variaciones o modificaciones, en el caso de que existan se deberá comunicar al equipo consultor, para ser tomado en cuenta durante el desarrollo del proyecto.

El BEP deberá ser revisado al final de cada mes, asociado a los cambios que han determinado por el proceso de ejecución BIM, se deberá tener el registro de control de cambios.

El proceso de auditorías y control de ejecución de la calidad se va a desarrollar mediante el control interno de cada uno de las entregas a satisfacción del cliente.

Tabla 12 Proceso de control de calidad

Revisión	Definición	Responsable	Frecuencia
Visual	Visualizar elementos no deseados	Coordinador BIM	2 días frecuentes a la semana

Detección de cruces	Detectar problemas de modelo	Coordinador BIM	2 días frecuentes a la semana
Integridad de modelo	El modelo debe alinearse con BIM	Coordinador BIM	2 días frecuentes a la semana
Revisión del modelado	El desarrollo continuo del modelo debe estar alineado con los objetivos	Coordinador BIM	2 días frecuentes a la semana
Flujos de trabajo	Designación de roles, flujos, administración de proyecto	BIM Manager	2 días frecuentes a la semana

5.13 Estructura de informacion

- **5.13.1 Level Of Development (LOD)**

El nivel de detalle de los modelos Arquitectura, Estructura, Mecánica, Eléctrica, Plomería, en este proyecto se ha acordado en un LOD 300, el nivel de desarrollo de información que tiene cada uno de los elementos que componen el modelo BIM.

Según el estándar BIMFORUM de la AGC (The Associated General Contractors of America, Inc.) define:

“**LOD 300:** El elemento del modelo se representa gráficamente dentro del modelo como un sistema u objeto específico en términos de cantidad, tamaño, forma, ubicación y orientación. La información de los elementos del modelo se puede medir directamente desde el modelo. Además, la información no gráfica se puede adjuntar al elemento modelo. En este nivel de desarrollo, se define el origen del proyecto, por lo que los elementos se ubican con precisión respecto a éste.”

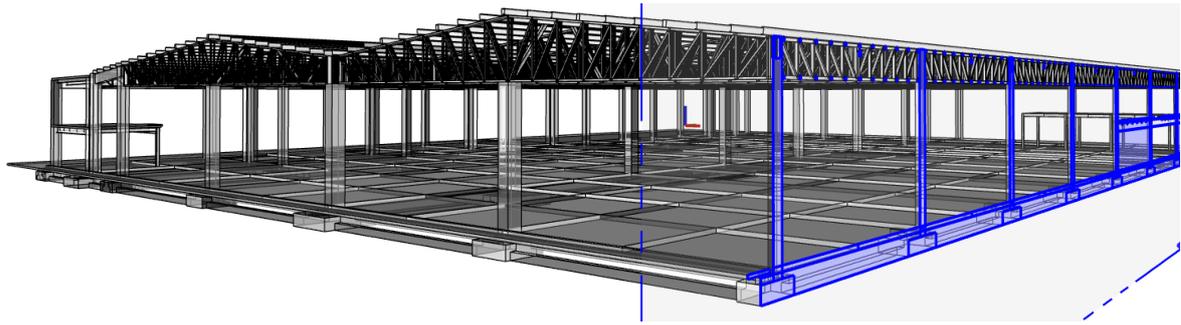


Figura 10 Modelo Estructural
Fuente: Industrial BIM

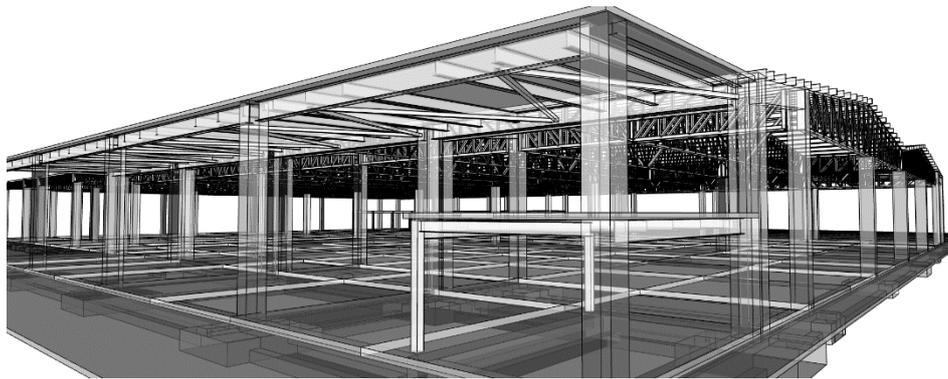


Figura 9 Modelo Estructural
Fuente: Industrial BIM

- **5.13.2 Información asociada al modelo**

La información del modelo, será determinada por el nivel de desarrollo, LOD 300, y deberá ser corroborada,

- **5.13.3 Hitos y entregables**

Para establecer una metodología exitosa, se programa las reuniones interdisciplinarias, con el objetivo de la consecución de objetivos marcados en el EIR, las reuniones de coordinación se fijarán como meta, la resolución de conflictos detectados, o solventar las inconsistencias que se hayan presentado y que retrasen el proceso normal del avance de proyecto.

En la siguiente tabla se establecen las reuniones periódicas fijadas de acuerdo a las fases del proyecto.

Tabla 13 Reuniones planificadas

REUNION	PERIODICIDAD	DESCRIPCION	ENTREGABLES
---------	--------------	-------------	-------------

Plantillas Protocolos Estilos	Semanalmente (cada lunes)	Reunión todo el equipo para definiciones iniciales de modelado	
Modelos	Semanalmente (cada lunes)	Reunión todo el equipo para supervisión de modelos	Modelos (Arquitectura, Estructura, MEP)
Coordinación	Semanalmente (cada lunes)	Reunión todo el equipo para revisión de interferencias	Modelo Coordinado o Federado Simulación Constructiva
Gestión	Semanalmente (cada lunes)	Reunión todo el equipo para revisión de planificación de proyecto	Presupuesto General Cronograma General Modelos comparativos Análisis sostenibilidad

- **5.13.4 Estructura de archivos**

Se determina la clasificación de archivos, en función de la importancia de los mismos. Con el fin de que no exista duplicidad se establecen los siguientes:

Archivos editables de modelado: Archivos realizados en Revit, los de entrega parcial

Archivos auxiliares editables de modelo: Archivos base que sirven de apoyo al modelo central (ejes, rejillas)

Archivos de modelo federado: Los modelos de cada especialidad terminados al 100% en formato NWC, para vincular en Navisworks

Archivos de información: Entregables

Archivos auxiliares de información: Archivos que aportan información extra a los entregables.

Los archivos se organizan en función de la disciplina y subdisciplina,

- **5.13.5 Nomenclatura de archivos**

Se establecen los criterios en los cuales se concibe la nomenclatura de archivos

Tabla 14 Nomenclatura de archivos

ABREVIATURA	DETALLE	DESCRIPCION
AI	Nombre de Proyecto	Almacén Industrial
INDBIM	Equipo Consultor	Industrial BIM
ARQ, EST, MEC, ELE, PLO	Especialidad	Arquitectura, Estructura, Mecánica, Eléctrica, Plomería
ZZZ	Ubicación	No Corresponde
001	Versión	Versión 1
Ejemplo: AI-INDBIM-ARQ-ZZZ-001		

5.14 Requisitos técnicos

- **5.14.1 Software**

Los principales softwares que se utilizan para la ejecución del proyecto Almacén Industrial con metodología BIM, en el modelado y en la coordinación son los siguientes:

Tabla 15 Softwares a utilizar

SOFTWARE	USO BIM	VERSION	FORMATO ENTREGA
Revit	Modelos (Arquitectura, Estructura, MEP)	2023	RVT/IFC
Navisworks	Modelo Federado	2023	NWC, NWD, NWF
Navisworks- Project	Simulación Constructiva	2023	NWC, NWD, NWF
Presto	Presupuesto	2022	PZH
Ms Project	Cronograma	2018	Msp

Adobe PDF	Análisis sostenible, paneles fotovoltaicos	2023	PDF
-----------	---	------	-----

- **5.14.2 Modelo nativo**

Los modelos nativos son los modelos en el software original que se modeló.

En el proyecto Almacén Industrial, los modelos nativos se han realizado en Revit.

Los niveles que se ha considerado en Arquitectura son los siguientes:

IDENTIFICADOR	DESCRIPCION	NIVEL
-0.25 NNT	Nivel Natural de Terreno	-0.25
0.00 Nivel 1	Nivel de Contrapiso	+0.00
4.20 Nivel 2	Nivel de Entrepiso	+4.20
6.40 Nivel 3	Nivel auxiliar	+6.40
7.00 Nivel 4	Nivel auxiliar	+7.00
7.90 Nivel REF	Nivel auxiliar	+7.90
8.40 Nivel 5	Nivel de faldón de cubierta	+8.40
10.60 Nivel 6	Nivel de cumbrero	+10.60

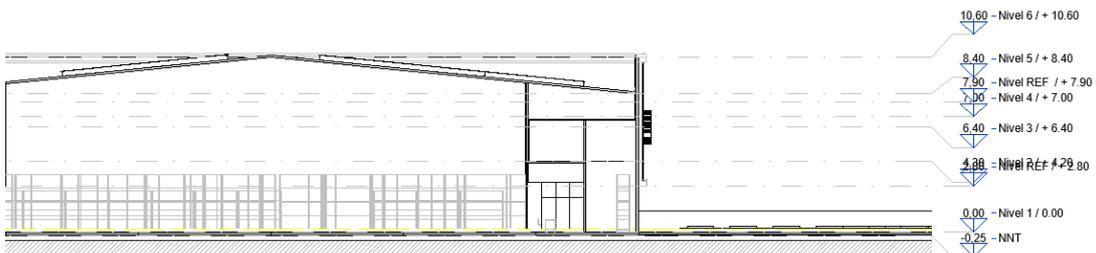


Gráfico 5 Niveles de modelo Arquitectónico

Rejillas: El sistema de rejillas será en el eje x con números, y en el eje y con letras, y tendrán una relación de 90°, el modelo estará orientado con respecto el norte real del norte de proyecto en 24.58°

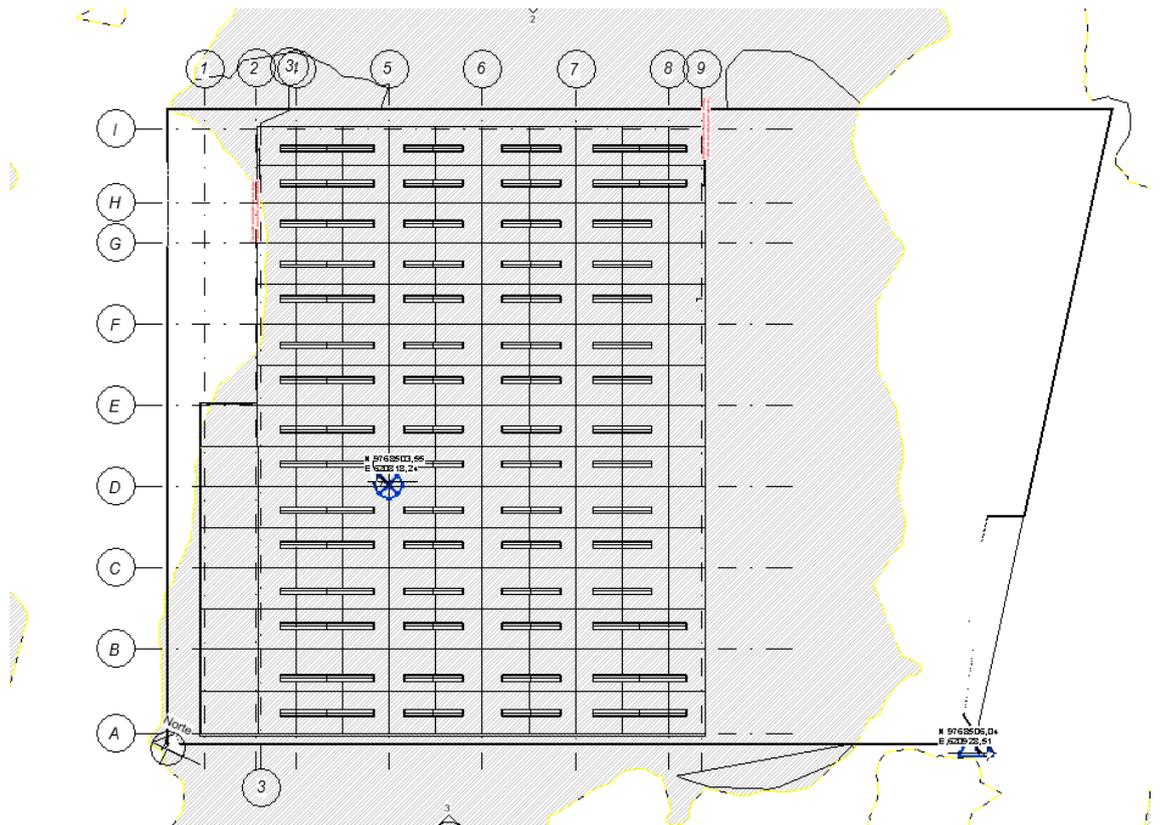


Gráfico 6 Rejillas de proyecto
Fuente: Industrial BIM

Coordenadas: Las coordenadas de georeferenciación son las siguientes:

Tabla 16 Coordenadas de proyecto

COORDENADAS	
Norte/Sur	P1: 9768615.489
	P2: 9768506.037
	P3: 9768446.040
	P4: 9768545.48
Este/Oeste	P1: 620902.444
	P2: 620928.512
	P3: 620803.670
	P4: 620756.107
Elevación	+7.58

Angulo a norte real	115.38°
---------------------	---------

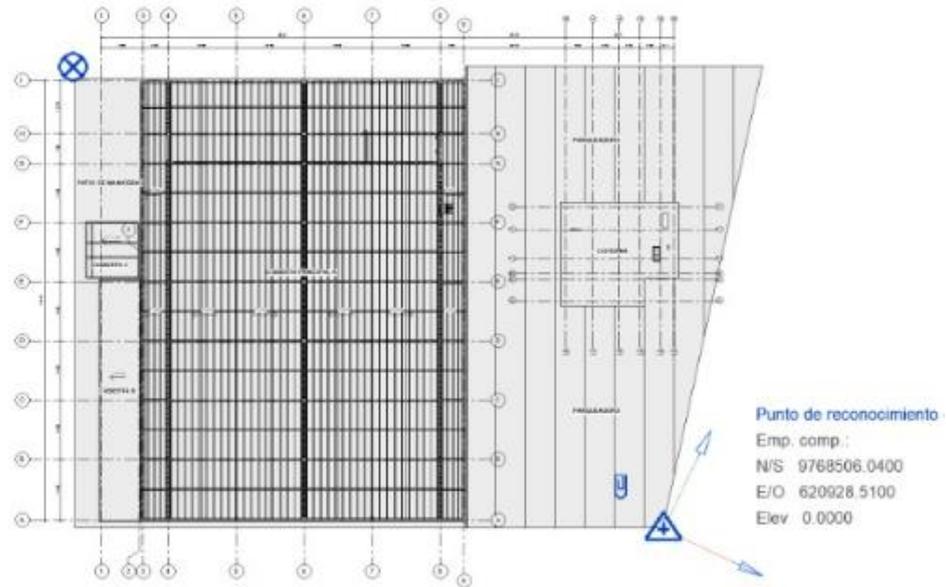


Gráfico 7 Punto de reconocimiento de proyecto
Fuente: Industrial BIM

Vinculación de archivos: el modelo de Arquitectura se generará a partir del archivo CAD que se tiene como autoría, se vincularán las coordenadas, se generará un modelo central de Arquitectura, se definen los niveles, rejillas, plantilla, navegador, y parámetros de dibujo. Posterior a ese procedimiento Estructuras vincula el modelo Arquitectónico, y desarrolla el modelado de la especialidad. La especialidad MEP empieza a desarrollar el trabajo a partir de que Arquitectura como Estructuras entregan el avance al 50%, y tras la indicación y aprobación del Coordinador.

Con la finalidad de tener el mismo punto de reconocimiento, todos los modelos se han colocado en el mismo punto, sin embargo, el punto base se ha colocado conforme a la necesidad de modelado de cada especialista.

Con los archivos vinculados el procedimiento siempre será el de copiar y supervisar tanto niveles como rejillas.

Siempre se verificará las coordenadas al inicio de cada reunión colaborativa

Unidades de medida:

Tabla 17 Unidades de medida

DIMENSION	UNIDADES	DECIMALES
Longitud	Metros	2
Área	Metros cuadrados	2
Volumen	Metros cúbicos	2
Ángulo	Grados	2
Peso	Kilogramos	2
Pendiente	Porcentaje	2

El navegador de proyecto se clasificará conforme a la siguiente denominación

Tabla 18 Navegador de proyecto

SUBDISCIPLINA	VISTA
00-IMPLANTACION	Implantación Planimetría general
01-ARQUITECTURA	Alzado Este Alzado Norte Alzado Oeste Alzado Sur Alzado Este Plano de planta Nivel 1/0.00 Plano de planta Nivel 2/ +4.20 Plano de planta Nivel 3/ +6.40 Plano de planta Nivel 4/ +7.00 Plano de planta Nivel 5/ +8.40 Plano de planta Nivel 6 / +10.60 Plano de planta Nivel REF/ +7.90 Plano de planta Nivel REF/ +2.80 Plano de planta NNT Sección 1 Sección 2 Sección 3 Sección 4
02- TECHO -CIELO RASO	Plano de techo reflejado Nivel 1/ 0.00 Plano de techo reflejado Nivel 2/ +4.20

	Plano de techo reflejado Nivel 3/ +6.40 Plano de techo reflejado Nivel 4/ +7.00 Plano de techo reflejado Nivel 5/ +8.40 Plano de techo reflejado Nivel 6 / +10.60 Plano de techo reflejado Nivel REF/ +7.90 Plano de techo reflejado Nivel REF/ +2.80
04- VISTAS	Vista 3d 1 Vista 3d 2
05-3D	Vista 3d

Se desarrollará el trabajo en todas las vistas, por ende, se clasificará a medida que se requiera.

Los modelos de la Estructura y de MEP tendrán el mismo subsistema en conformidad a la necesidad del modelador.

5.14.3 Entorno Común de Datos (CDE)

El Entorno Común de Datos, se implementará inmediatamente posterior a la firma del EIR, y se trata de un complemento informático para gestionar la documentación del modelo, estableciendo un canal informativo entre los integrantes del equipo consultor, y con la gran ventaja de que evita duplicidad en la información, de tal forma que garantiza el trabajo sobre una base de datos actualizada

5.14.4 Modelo Federado

Compuesto por la unión de varios modelos de varias disciplinas, se trabaja independientemente, y se adiciona en uno solo.

5.14.4 Trabajo colaborativo

Es un entorno común de datos, una nube que permite realizar la gestión del proyecto a través de la metodología BIM.

Se utilizará el Autodesk Construction Cloud.

5.14.5 Coordinación de disciplinas

Para la coordinación de disciplinas se deberá tener los modelos al 75% (Arq-Est) y 50% (MEP), se realizará la primera corrida de coordinación disciplinar.

Posterior a las resoluciones y en la entrega al 90% de los modelos, se realiza la segunda corrida entre todas las disciplinas, se emite el informe de interferencias en formato HTML, posterior a lo cual, los líderes de cada disciplina deberá solucionar las interferencias reportadas, si existiese algunas que de cierta manera no afectan a la ejecución de obra, en el informe se deberá colocar como “solución en obra”, lo que significará que es una colisión menor que no incide en la construcción del proyecto.

Las colisiones se determinarán en el programa Navisworks las pruebas se realizarán conforme a las siguientes disciplinas

Arquitectura vs Estructuras

Arquitectura vs Instalaciones (MEP)

Estructura vs Instalaciones (MEP)

En base a la matriz de colisiones se resolverán en primera instancia aquellas que tengan el nivel jerárquico de mayor incidencia en ejecución de obra.

Tabla 19 Matriz de colisiones

Matriz de detección de interferencias	Arquitectura							Estructura							HVAC			Electricidad			Fontanería y desagües										
	A	C	A	B	C	A	C	A	B	A	A	A	A	A	A	A	B	A	C	C	B	B	A	C	B	B	B	O	A	B	
	Muros de cerramiento	Gradas	Drywall / Gypsum	Falsos techos	Cubierta almacén	Acabado piso de suelo	Acabado de piso de losa	Carpinterías	Zapatas	Viga de cimentación (cadenas)	Muros	Pilares (hormigón)	Pilares (perfiles)	Vigas (hormigón)	Vigas (perfiles)	Losas (hormigón)	Losas (pavimento)	Estructura metálica (cerchas)	Equipos	Conductos	Rejillas	Tuberías (drenajes)	Randejas	Cableado/tubos	Luminarias	Cuadros (gabinetes)	Equipos	Tuberías	Valvulería	Equipos	Sanitarios
Arquitectura	idem							idem							idem			idem			idem										
Muros de almacén (bloque)	3	3	1	2	3	4	3	3	3	1	2	1	1	1	1	1	2	1	2	3	2	2	1	3	2	1	2	na	1	2	
Muros de cerramiento	3	3	3	4	5	3	5	5	5	3	4	3	3	3	3	3	4	3	4	5	4	4	3	5	4	3	4	na	3	4	
Gradas	1	3	2	3	1	3	3	3	1	2	1	1	1	1	1	2	1	2	3	2	2	1	3	2	1	3	2	1	na	1	2
Drywall / Gypsum	2	3	2	4	2	4	4	4	2	3	2	2	2	2	2	3	2	3	4	3	2	2	4	3	2	4	4	na	2	4	
Falsos techos	3	5	3	4	3	5	5	5	3	4	3	3	3	3	3	4	3	4	5	4	4	3	5	4	3	4	na	3	na		
Cubierta almacén	1	3	1	2	3	3	3	3	1	2	1	1	1	1	1	2	1	2	3	2	2	1	3	2	1	2	na	1	na		
Acabado piso de suelos	3	5	3	4	5	3	5	5	3	4	3	3	3	3	3	3	4	3	4	5	4	4	3	5	4	3	4	na	3	4	
Acabado de piso de losa	3	5	3	4	5	3	5	5	3	4	3	3	3	3	3	3	4	3	4	5	4	4	3	5	4	3	4	na	3	4	
Carpinterías (puertas, ventanas, barandillas)	3	5	3	4	5	3	5	5	3	4	3	3	3	3	3	3	4	3	4	5	4	4	3	5	4	3	4	na	3	4	
Estructuras	idem							idem							idem			idem			idem										
Zapatas	idem							idem							idem			idem			idem										
Viga de cimentación (cadenas)	idem							idem							idem			idem			idem										
Muros	idem							idem							idem			idem			idem										
Pilares (hormigón)	idem							idem							idem			idem			idem										
Pilares (perfiles)	idem							idem							idem			idem			idem										
Vigas (hormigón)	idem							idem							idem			idem			idem										
Vigas (perfiles)	idem							idem							idem			idem			idem										
Losas (hormigón)	idem							idem							idem			idem			idem										
Losas (pavimento)	idem							idem							idem			idem			idem										
Estructura metálica (cerchas)	idem							idem							idem			idem			idem										
HVAC	idem							idem							idem			idem			idem										
Equipos	idem							idem							idem			idem			idem										
Conductos	idem							idem							idem			idem			idem										
Rejillas	idem							idem							idem			idem			idem										
Tuberías (drenajes)	idem							idem							idem			idem			idem										
Electricidad	idem							idem							idem			idem			idem										
Randejas	idem							idem							idem			idem			idem										
Cableado/tubos	idem							idem							idem			idem			idem										
Luminarias	idem							idem							idem			idem			idem										
Cuadros (gabinetes)	idem							idem							idem			idem			idem										
Equipos	idem							idem							idem			idem			idem										
Fontanería y desagües	idem							idem							idem			idem			idem										
Tuberías	idem							idem							idem			idem			idem										
Valvulería	idem							idem							idem			idem			idem										
Equipos	idem							idem							idem			idem			idem										
Sanitarios	idem							idem							idem			idem			idem										

5.14.6 Control de cambios

Consiste en supervisar las solicitudes de cambio, y determinar la validez del cambio propuesto, se deberá analizar la afectación del cambio en el ciclo de vida del proyecto, considerando las siguientes interrogantes:

Tabla 20 Interrogantes a la Gestión de Cambio

¿Quién y porque se elabora la propuesta?	¿Quién y cómo analiza la propuesta?	¿Respuesta positiva o negativa?
¿Quién y cuando ejecuta la modificación sobre el modelo?	¿Qué afectación en tiempo implica el cambio?	¿Qué tan viable es la propuesta de cambio?

5.14.7 Proceso de revisión

Se debe verificar en cada reunión de los días lunes, con el equipo consultor la información contenida en los modelos BIM, cada revisión llevará un control de auditoría, y control de georeferenciación.

Se deberá comprobar la calidad del modelo en el cual se va trabajando, para que no se tenga retrabajos y reprocesos al momento de vincular en el modelo federado los distintos modelos de las disciplinas.

La periodicidad de las auditorias será semanal, a medida que se vaya aumentando el tamaño del proyecto se realizará verificaciones mas cortas, de manera que sea productivo el desarrollo BIM en los modelos

5.14.8 Pautas de modelado de Arquitectura

No modelar en exceso, modelar acorde a LOD 300

No se subdividirá el modelo

Se creará un archivo central a partir de Arquitectura

Definición inicial de niveles y rejillas por parte de esta disciplina

Los niveles de Arquitectura son de suelo acabado

Se compactará el modelo central

Se sincronizarán los archivos con el modelo central

Se purgará el modelo

Se solucionará avisos y alertas del modelo

Solo se mantendrán las opciones de diseño en uso

Los muros multicapas se modelarán como se construye

Se utilizarán planos de referencia CAD para modelar

Se parametriza las familias

5.14.9 Pautas de modelado Estructuras

Evitar modelar en exceso

Pilares de nivel a nivel

Se limita la unión entre elementos

La restricción de unión entre elementos será de 5cm

Se modela como se construye

Vigas se modelan a eje de pilares

Se evitará modelar elementos de conexiones metálicas

Se empleará planos de referencia CAD, para el modelado

Se utilizará familias propias, en correspondencia con la categoría

5.14.10 Pautas de modelado MEP

Evitar modelar en exceso

Se limita la unión entre elementos

Crear sistemas lógicos de redes de conexión

Uso de familias sin anfitrión

Uso de tablas de planificación

No se modelan elementos auxiliares como soportes de equipos, cableados, etc

Uso de filtros de visualización según la disciplina

Se utilizará familias propias, en correspondencia con la categoría

5.15 Entregables

Los entregables son:

- Planos profesionales
- Arquitectura
- Estructura

- MEP
- Comparativas de sistemas constructivos (materialidad)
- Arquitectura
- Estructura
- Análisis de tiempos de ejecución en dependencia de las comparativas (4d)
- Análisis de costos de ejecución en dependencia a las comparativas (5d)
- Cronograma General de ejecución de obra.
- Presupuesto General de obra.
- Análisis de interferencias.
- Auditoria de modelo.
- Modelo federado.
- Simulación constructiva
- Análisis e implementación de sistema de sostenibilidad energética.

5.16 Análisis de Gestión de Proyecto

Para complementar el proyecto se realiza la simulación Montecarlo de los 3 procesos planteados para definición del proyecto.

- Montecarlo de Proceso de Diseño y Gestión del Proyecto
- Montecarlo de Proceso de diseño estructural definición de columnas de hormigón
- Montecarlo de Proceso de diseño estructural definición de columnas metálicas

Capítulo 6: Detalle del rol – Líder de Estructuras



*Figura 11: Modelación en BIM
Fuente Planbim -2019*

6.1 Introducción (descripción rol)

La Líder de estructura es la persona encargada de conseguir resultados estratégicos para la disciplina estructural en el proyecto de Modelado de Información de la Construcción (BIM).

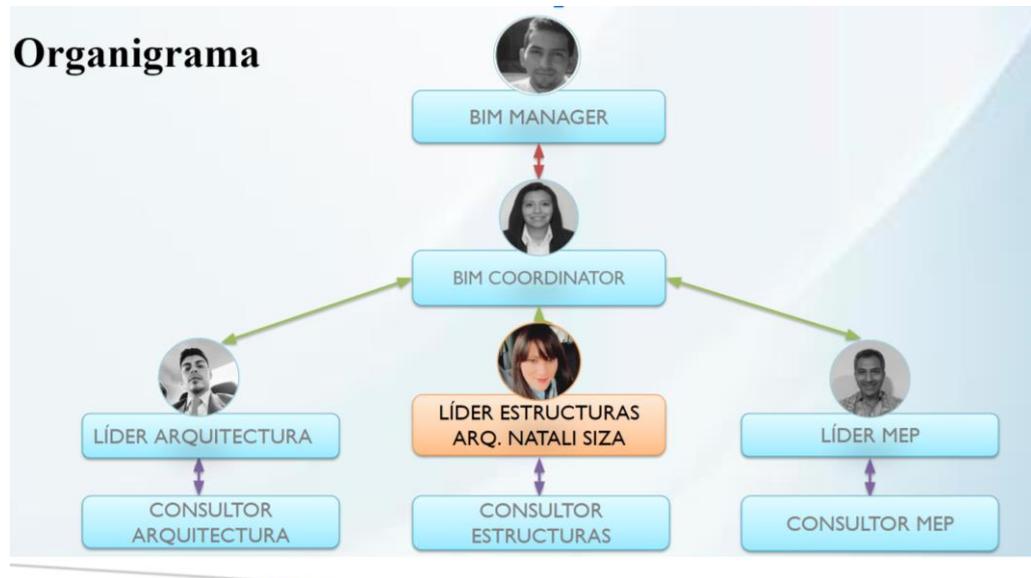
Es la persona responsable del modelo estructural de acuerdo a los criterios emitidos en el Plan de Ejecución BIM (BEP).

Supervisa a los modeladores y consultores de la disciplina estructural que intervienen en la ejecución del proyecto. En este caso específico el Líder Estructural realiza también el rol de modelador y consultor.

El papel principal de un modelador, es la producción de planos modelando en BIM que a la vez se podría cotejar con el dibujante tradicional, adicionando el contenido de carga técnica ya que con la metodología BIM, no solo se dibuja, sino que se modela con toda la información.

El consultor estructural es quien resolverá los conflictos de orden técnico conocidos como rediseños que serán tomados en cuenta por el modelador BIM.

Dentro del flujo de trabajo establecido en el BEP, el enlace principal del líder de estructuras es con la coordinación BIM del proyecto y en comunicación bidireccional con el consultor y el modelador.



*Figura 12: Organigrama perspectiva Líder Estructural
Fuente Industrial BIM, 2023.*

6.2 Objetivos

- Su objetivo principal es asegurar el cumplimiento de los objetivos y requisitos de la rama estructural establecidos en el Entorno de Información del Proyecto (EIR) y el BEP.
- Desarrollar e Implementar el proyecto estructural del “Almacén Industrial” utilizando la Metodología BIM en base a los planos 2D entregados por el cliente.
- Obtener resultados estratégicos que optimicen tiempo (4D) y costo (5D) de la disciplina estructural al momento de su construcción.
- Realizar comparativas de los materiales estructurales en los elementos especificados en el BEP.

- Gestionar el cumplimiento de los entregables de la disciplina estructural.

6.3 Funciones del Rol

- Liderar y dirigir al equipo estructural modeladores y consultores.
- Desarrollar el modelo estructural del proyecto utilizando diferentes tipos de representación y extracción de la documentación técnica para un Nivel de desarrollo 300 (LOD 300) dentro del entorno común de datos definido para el desarrollo del proyecto.
- Realizar la comparativa en costo y tiempo de materialidad con (2) elementos estructurales (columnas y pavimentos)
- Cumplimiento en el uso de las plantillas, protocolos de estilo, de texto, nomenclaturas y estándares presentados en el BEP para un correcto modelado estructural.
- Realizar el control de calidad de los entregables solicitados a través de auditorías al modelo 3D por medio de la aplicación Model Checker para Revit.
- Garantizar el cumplimiento de la entrega de información, siguiendo los flujos de trabajo y de información establecidos en el BEP.
- Asistir a todas las reuniones con el equipo de trabajo.
- Solución a las interferencias solicitadas en los informes emitidos por la coordinación BIM, aplica rediseños que sean requeridos.
- Modelar los elementos agregando o actualizando la información requerida.
- Usar y crear nuevas entidades.

6.4 Responsabilidades

Actuar como contacto de líder estructural dentro del proyecto BIM Almacén Industrial.

Desarrollar y Gestionar el intercambio de modelos dentro de la disciplina estructural (versiones producidas).

Mantener y Gestionar la integridad del modelo.

Asumir los roles y responsabilidades de modelador y consultor de la disciplina estructural según lo definido en el BEP.

6.5 Entregables

- Modelo estructural 3D
 - Planos estructurales profesionales.
 - Cronograma (4D)
 - Presupuesto (5D)
-
- ❖ Los modelos y documentos generados, contendrán la comparativa de 2 materiales columnas y pavimentos realizados de la siguiente manera: columnas de hormigón y columnas metálicas Pavimento flexible (asfalto) y pavimento semirrígido (adoquín)

6.6 Actividades del rol

Dentro de las funciones establecidas para el líder estructural se desarrollaron las siguientes actividades:

Creación y configuración del archivo central para el modelo estructural

Como parte del proceso del modelado estructural se establecieron parámetros y criterios generales que abarcan desde la creación del archivo central que responde a lo especificado en el BEP de la siguiente manera:

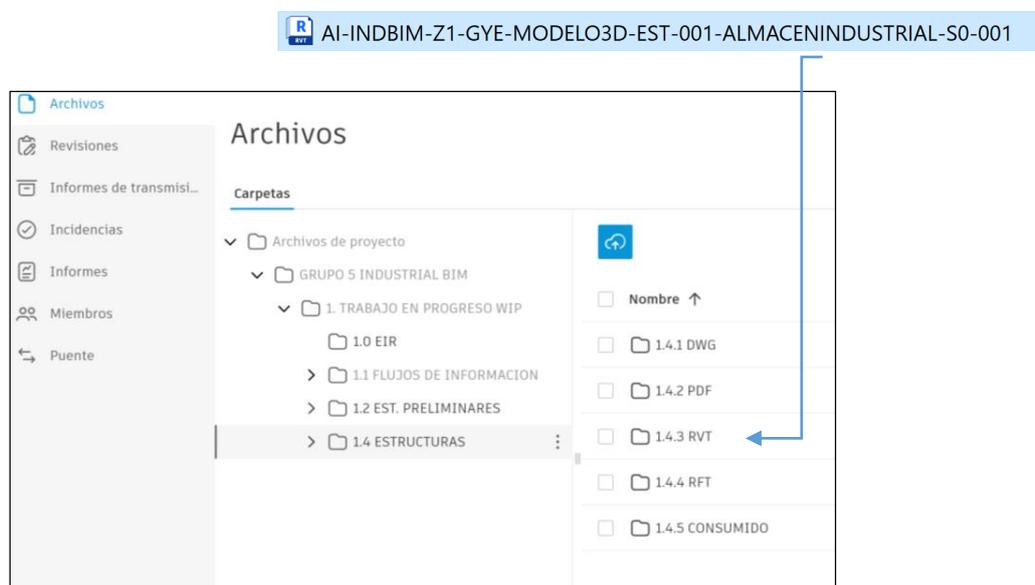


Figura 13: Archivo central Estructuras - Plataforma ACC,
Fuente Industrial BIM, 2023.

- ✓ Mediante el uso del software Revit se inicia la ejecución de modelo estructural, el cual se guarda en el archivo central y se sincroniza en la plataforma definida como medio de trabajo Autodesk Construcción Cloud (ACC) .
- ✓ El archivo central del modelado estructural se encuentra almacenado dentro de la carpeta 1. Trabajo en Progreso-1.4 ESTRUCTURAS – 1.4.3 RVT.
- ✓ En la carpeta 1.4.1 DWG consta los digitales del proyecto a ser modelados y que han sido entregados por el cliente para su consumo dentro del archivo central

dichos archivos son vinculados al archivo central de RVT como parte de la configuración establecida en el BEP.

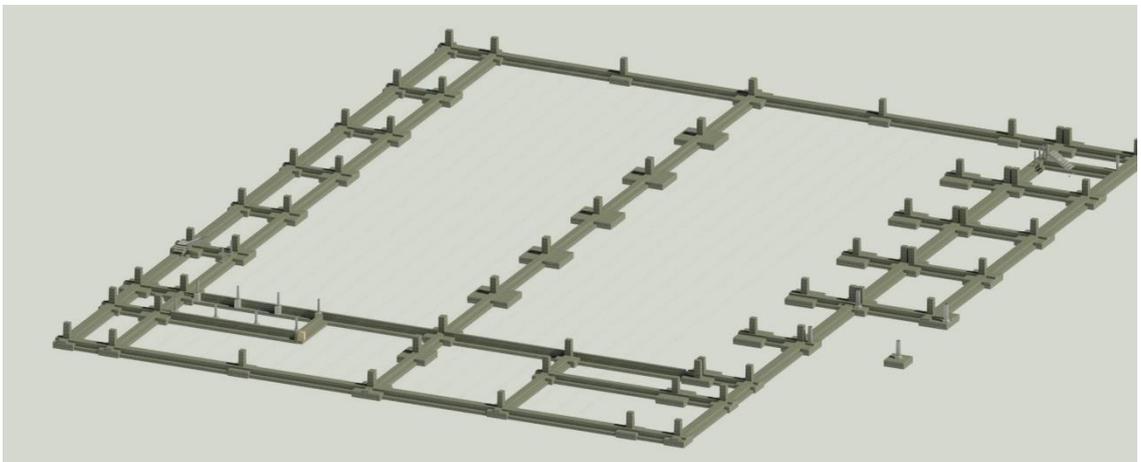
- ✓ El Modelado de elementos es por nivel (se modela como se construye)
- ✓ Ejes, Niveles y Georreferenciación son heredados de modelo Arquitectónico que se encuentra vinculado al modelo estructural.
- ✓ El Modelo estructural está configurado para la Gestión del cambio.

Desarrollo del Modelo 3D Estructural

El desarrollo del modelo estructural se define por fases de modelado en concordancia con el cronograma de entregas definido por la coordinación y delineado en el BEP.

Las fases definidas para el modelado son:

- **Fase de modelado al 25%: Cimentación Estructural**



*Figura 14: modelado cimentación,
Fuente Modelo estructural propia*

En esta etapa se modela la familia de cimentación estructural definido por: zapata rectangular con 3 tipos (Z1, Z2 y Z3) los cuales varían en dimensiones conforme el cálculo especificado en el plano 2D.

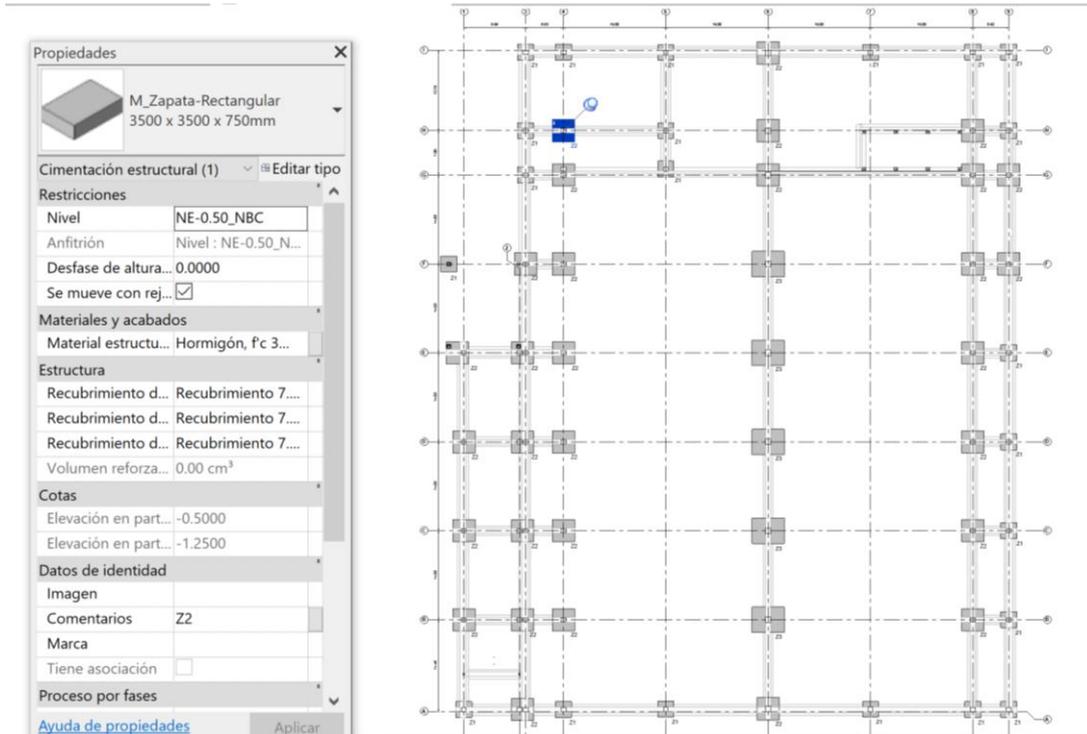


Figura 15: Planta de zapatas rectangular

Fuente: Modelo estructural propia

Las vigas de cimentación son de tipo T prefabricadas determinado en el modelo por 18 tipos con la siguiente descripción (VT1 a VT18).

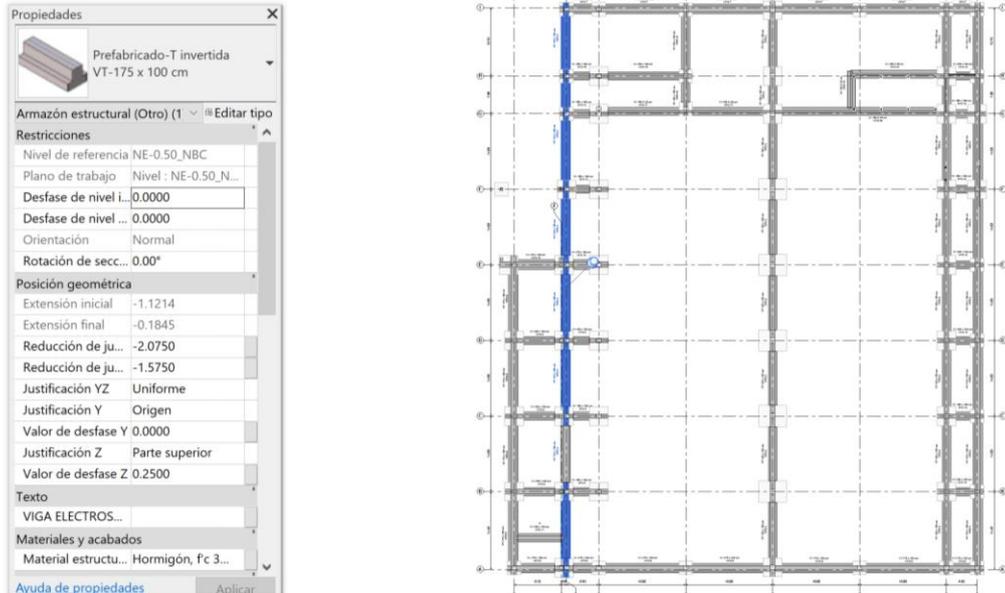


Figura 16: Planta de vigas de cimentación, fuente Modelo estructural propia

- **Fase de modelado al 50%: Armazón Estructural**

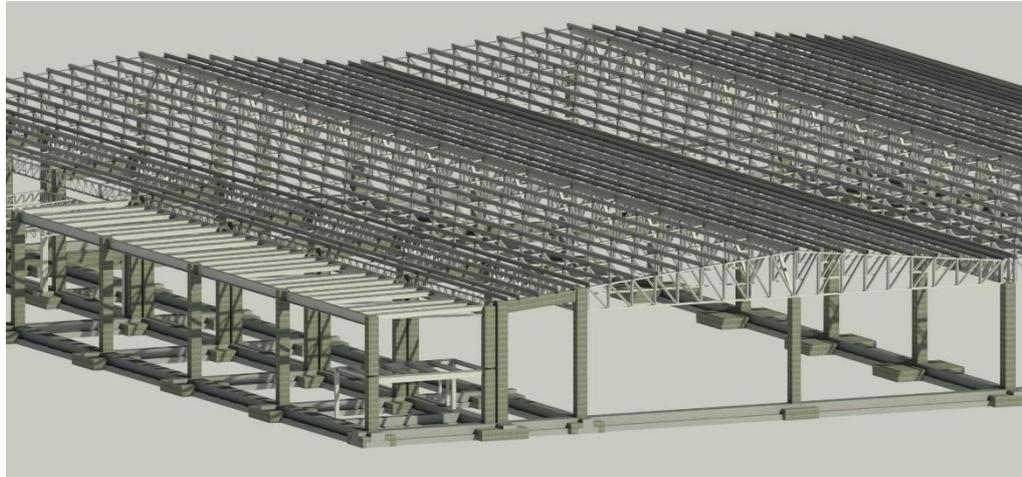


Figura 17: Armazón estructural del Almacén Industrial, fuente Modelo estructural propia

Se modela el pórtico estructural conformado por familias de columnas rectangular pilar, vigas metálicas tipo ala y cerchas, losas de entrepisos edificio Administrativo y área de Bodegas.

Para el modelado de las vigas tipo cerchas se realizan por grupo de modelo debido a la complejidad de las piezas metálicas que lo conforman, lo indicado consta en los lineamientos del contrato, sin embargo, los planos proveerán la información de las piezas que conforma la cercha.

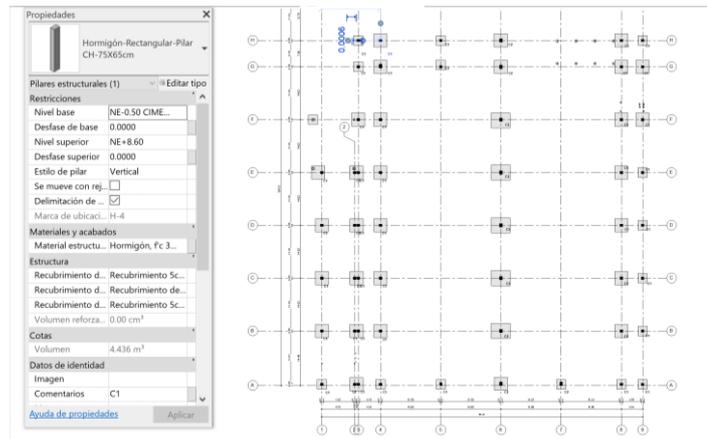


Figura 18: Plano con modelado de columnas, fuente Modelo estructural propia

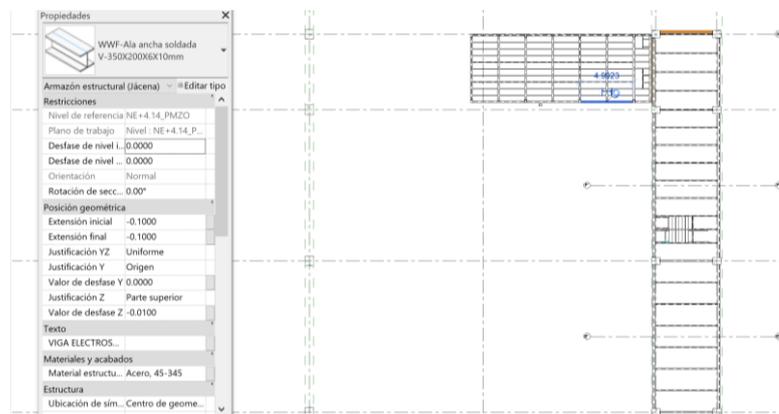


Figura 19: Plano de estructura entrepiso área administrativa, fuente Modelo estructural propia.

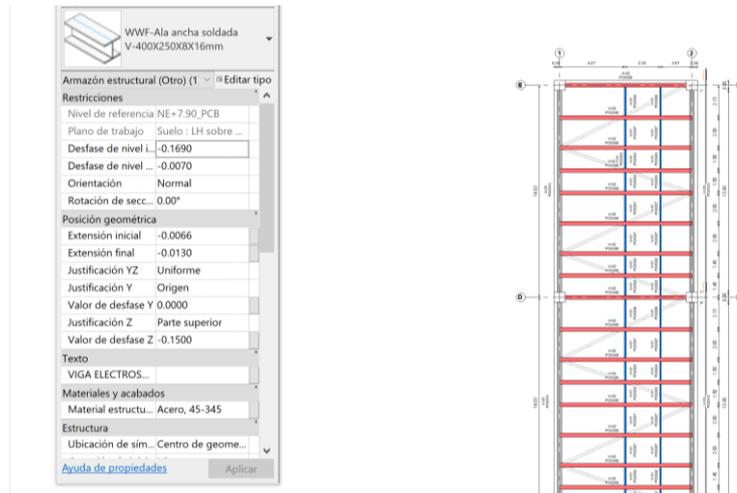


Figura 20: vigas estructurales losa ejes 1-2, fuente Modelo estructural propia

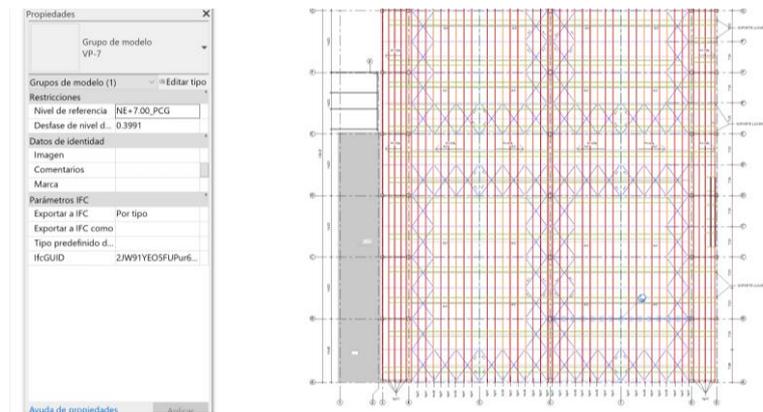


Figura 21: Planta de cubierta correas

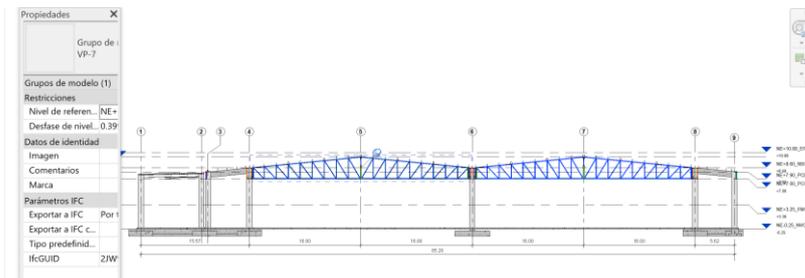


Figura 22: Corte pórtico Almacén Industrial Fuente IND-BIM

● Fase de Modelado al 75%: suelos, losas y gradas del Almacén

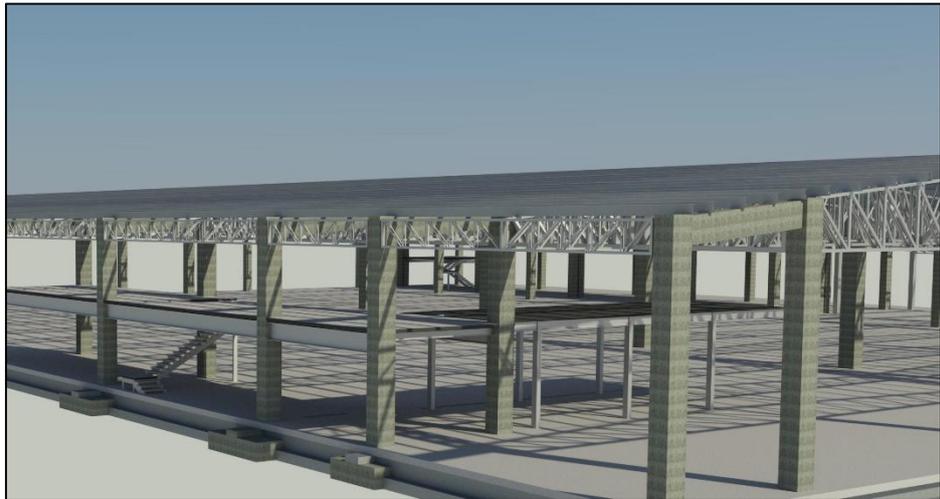


Figura 23: 3D Losas y escaleras
Fuente Almacén Industrial propia

Por la particularidad de proyecto Almacén Industrial con un área en la sala de ventas de 6,360 m² se determinó la necesidad de modelarse conforme se construye ejecutando el modelado de 158 paños de fundición distribuidos conforme el siguiente gráfico y que han sido de aporte para el cronograma de ejecución de obra con la determinación de tiempos y a su vez propone una metodología adecuada para la construcción.

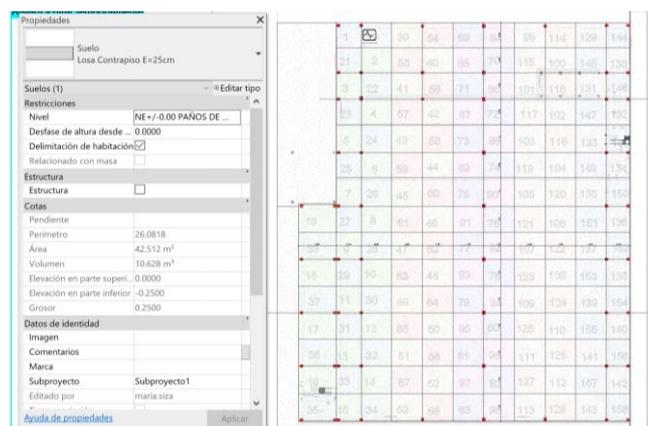


Figura 24: Planta paños de contrapiso.
Fuente modelo Almacén Industrial propia

- **Fase de modelado al 100%: modelo estructural + áreas de infraestructura parqueadero-cisterna**

Finalmente, y como complemento del almacén industrial se modela parte de la infraestructura como son el área de parqueaderos con la estructura de pavimentos y la cisterna de agua potable.

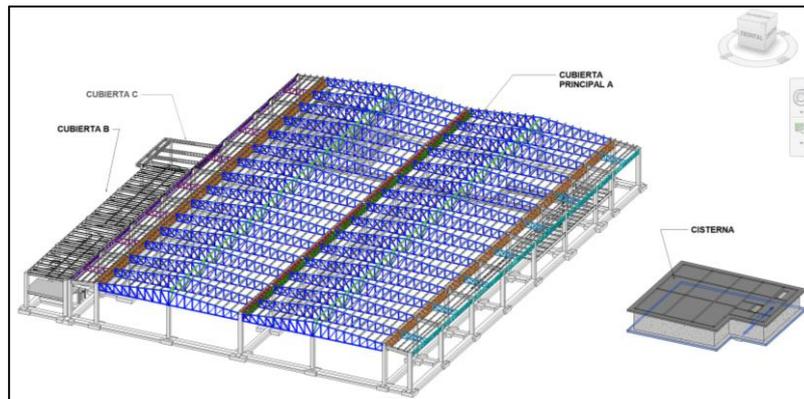
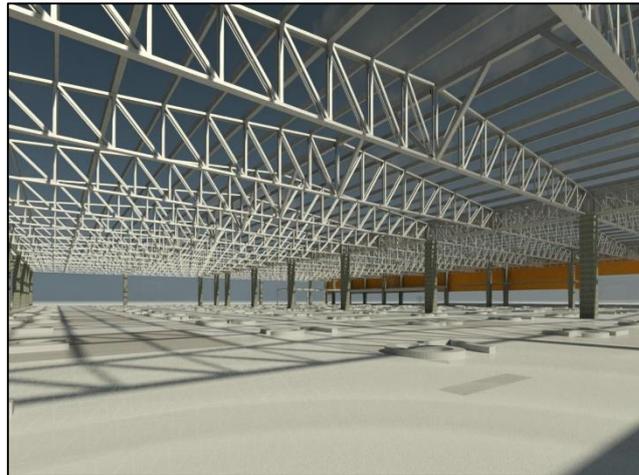


Figura 25: Implantacion estructural, Fuente IND-BIM



*Figura 26: Vista desde el interior de Almacén Industrial
Fuente propia.*

- **Modelado extra: Detalles estructurales**

Como un aporte adicional al proyecto Industrial BIM, se modela las uniones más críticas del proyecto estructural a fin complementar y realizar un proyecto integral que evidencia las bondades del BIM.

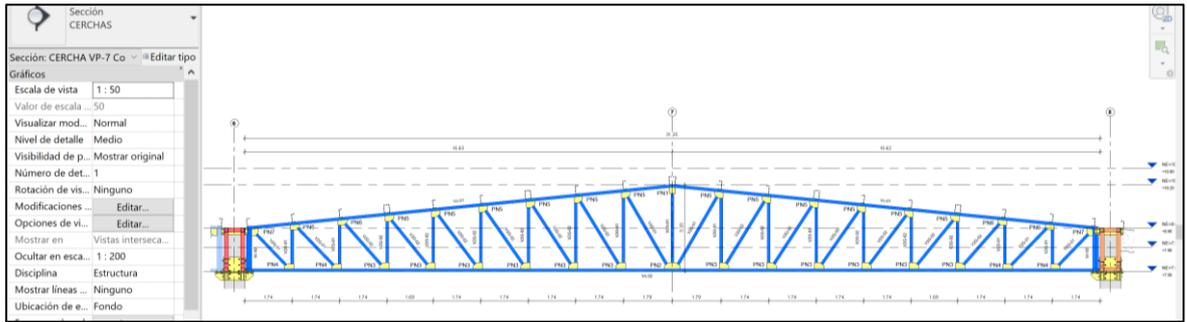


Figura 27: Cercha eje A-A
Fuente modelo estructural Industrial BIM

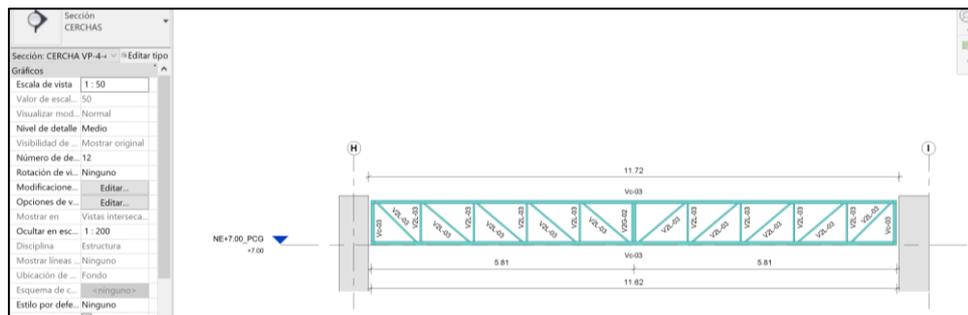


Figura 28: sección de viga eje 6, modelo estructural Industrial BIM

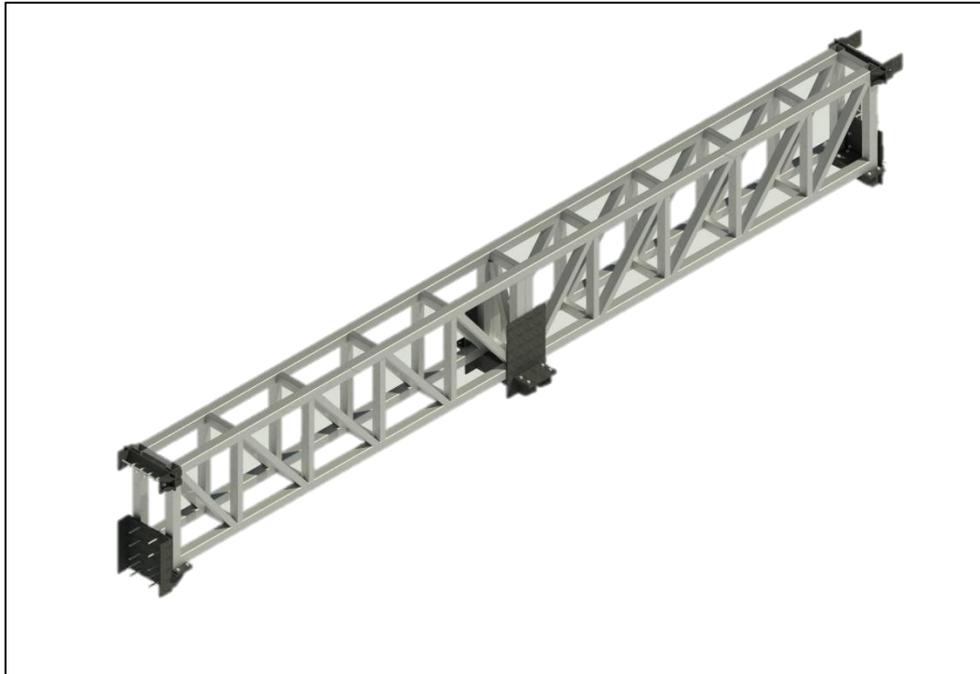


Figura 29: Detalle de unión viga central
Fuente modelo estructural Industrial BIM

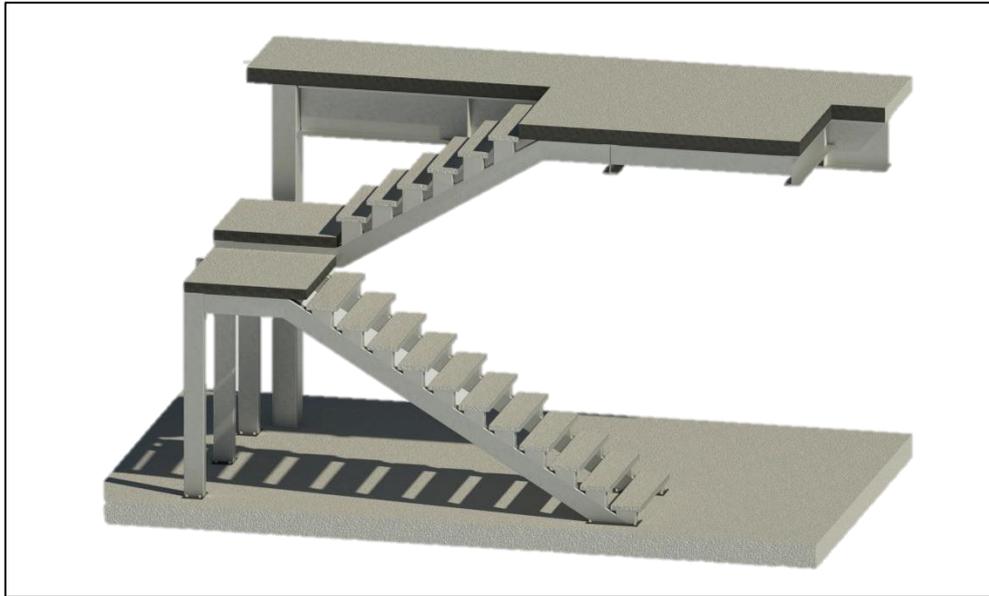


Figura 30: Escalera Mezzanine Área Administrativa.
Fuente IND-BIM

Modelos certificados

Cada entrega del modelo realizado al Coordinador BIM ha sido certificado mediante la ejecución de Auditorias con la Aplicación para revit AutoDesk Model Checker donde se verifico entre las cosas más relevantes su: Georreferenciación, Control de Warning, proyecto purgado, duplicado de elementos etc.

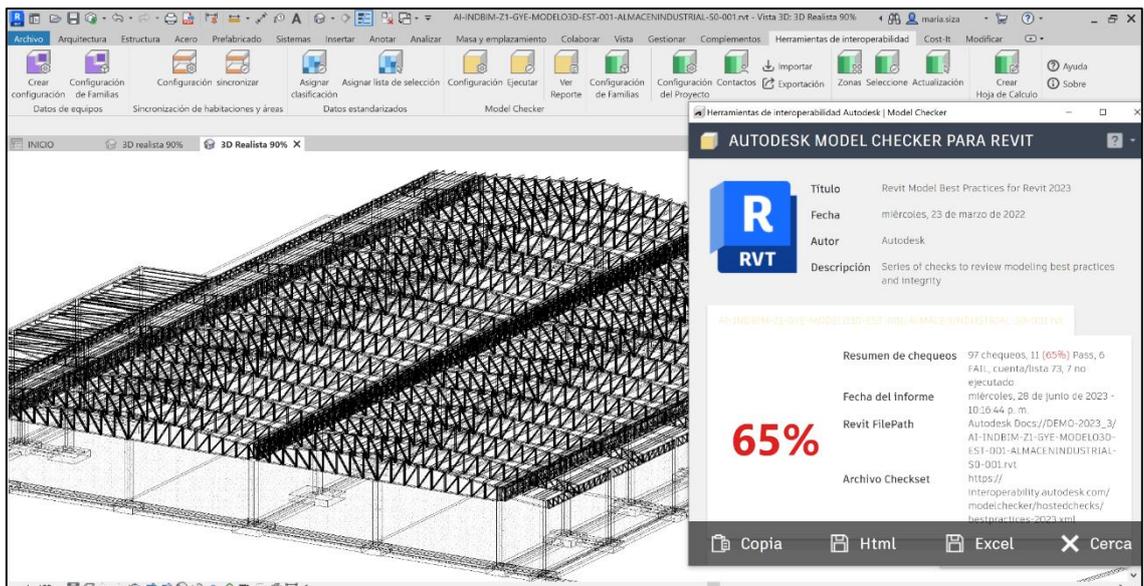


Figura 31: Aplicación de auditoria al modelo estructural.
Fuente propia.

Durante la ejecución del modelo estructural se han realizado los siguientes informes de auditorías que certifican un modelo mejorado:

Tabla 21: Auditorias al modelo estructural, fuente propia.

DESCRIPCIÓN AUDITORIA	FECHA
AUDITORIA-AI-INDBIM-EST-001	19/05/2023
AUDITORIA-AI-INDBIM-EST-002	24/05/2023
AUDITORIA-AI-INDBIM-EST-003	21/07/2023
AUDITORIA-AI-INDBIM-EST-004	29/07/2023
AUDITORIA-AI-INDBIM-EST-005	05/08/2023

Report Date	Revit File	Checkset Path	Checkset Title	Checkset Author	Checkset Description	Overall Result	Pass Percent	Pass Count	Fail Count	Report Count	Error Count	Not Run Count
jueves, 3 de agosto de 2023 - 06:56:48 p. m.	Autodesk Docs://DEMO-2023_3/AI-INDBIM-Z1-GYE-MODELO 3D-EST-001-ALMACEN INDUSTRIAL-S0-001.rvt	https://interop.eraability.autodesk.com/modelchecker/hostedchecks/bestpractices-2023.xml	Revit Model Best Practices for Revit 2023	Autodesk	Series of checks to review modeling best practices and integrity	Pass	100	8	0	64	0	25

Figura 32: Reporte Model Checker modelo al 100%.

Fase coordinación interdisciplinar

Para coordinación y entrega de modelos se realiza mediante la plataforma ACC a través de informes e incidencia, las cuales se reportan de acuerdo a la tabla adjunta.

Tabla 22: Reporte de Informes e Incidencia plataforma ACC, Fuente propia

DESCRIPCION	NUMERO
INFORMES DE TRANSMISIÓN	12
INCIDENCIAS	17

DEMO-2023_3	
Issue detail	
Detalle de la incidencia	
Created on	Jul 29, 2023, 12:50 PM -05
Created by	NATALI SIZA
Total items	17
Sorted by	ID (Descending)
Filtered by	Created by (NATALI SIZA (Empresa Demo))

Figura 33: Detalle Incidencia.
Fuente ACC Industrial BIM

INCIDENCIAS

Las incidencias realizadas como líder estructural son dirigidas a la coordinadora BIM, estas se refieren a las diferentes entregas del modelo y consultas de orden técnico que han sido establecidas en los flujos de trabajo del equipo Industrial BIM.

INCIDENCIA RELEVANTE: Una de las incidencias relevantes del proyecto se refiere al rediseño o calculo estructural de las columnas metálicas que requirió la aprobación del BIM Manager y se manejó a través de un consultor externo recibido por la líder estructural y aprobado por la coordinación del proyecto. En este caso se evidencio el trabajo de colaboración del equipo.

The screenshot displays the 'Incidencias' (Incidents) section of the ACC Industrial BIM software. The main interface shows a list of incidents with columns for Title, ID, Status, Type, and Assigned to. Incident #112, titled 'Diseño estructural con columna met...', is highlighted. The right-hand panel provides a detailed view of this incident, including a description, a list of activity logs, and a comment section.

Título	ID	Estado	Tipo	Asignado a
Observation	#221	Cerradas	COR Coordinat...	Paulina Orejuela
Observation	#198	Cerradas	OBS Observati...	Paulina Orejuela
Observation	#178	Cerradas	OBS Observati...	Paulina Orejuela
BIM MANAGER	#153	Cerradas	General	Andres Lopez
Diseño estructural con columna met...	#112	Cerradas	COR Coordinat...	Paulina Orejuela
Commissioning	#39	Cerradas	CM Commissi...	Paulina Orejuela
primera incidencia	#1	Cerradas	CM Commissi...	André Apunte

Detalle de la Incidencia #112:

Actividad:

- Andres Lopez (24/7/2023 9:27): GRACIAS ESTIMADA COORDINADORA BIM QUEDO A LA ESPERA PARA EL ANALISIS DEL MODELO COMPARATIVO.
- NATALI SIZA (25/7/2023 21:05): ENTENDIDO EMPIEZO MODELADO DE COLUMNAS PERFIL TIPO I CON LA SECCION ACORDADA EN REUNION

Comentarios:

El criterio que manejamos de comparativa se va a realizar con un perfil TIPO I, que reemplaza a la columna de hormigon, la seccion la iremos ajustando conforme avancemos en el desarrollo, por ahora proceder a colocar una familia editable tipo I.

Figura 34: Incidencia n° 112 Diseño estructural columna metálica.

El proceso ha definido la toma de decisiones del modelado en cuanto al rediseño de los elementos estructurales de columnas y pavimentos.

INFORMES DE TRANSMISION

Cada entrega oficial del modelo estructural establecido en el BEP de Industrial BIM, ha sido realizada por medio de 12 Informes de Transmisión desde el Líder Estructural hacia la Coordinación BIM, manteniéndose de esta manera una comunicación directa y actualizada como se evidencia en la siguiente figura.

Informes de transmisión

Informes de transmisión

+ Crear Informe de transmisión

Exportar todo

Buscar por título de Informe de transmisión, ID

Estado	IDENTIFICACIÓN ↓	título	Enviado por	Destinatarios	Creado el	ArchivosArchivc
	111	FLUJO LIDER ES...	natali siza	paulina orejuela	15 de junio de 2023 1...	1
	105	AI-INDBIM-ZI-...	natali siza	paulina orejuela	15 de junio de 2023 1...	1
	75	AI-INDBIM-ZI-...	natali siza	paulina orejuela	7 de junio de 2023 1...	1
	44	AI-INDBIM-ZI-...	natali siza	paulina orejuela	24 de mayo de 2023 ...	1
	33	AI-INDBIM-ZI-...	natali siza	paulina orejuela	18 de mayo de 2023 ...	1
	29	AI-INDBIM-ZI-...	natali siza	paulina orejuela	17 de mayo de 2023 ...	1
	26	AI-INDBIM-ZI-...	natali siza	paulina orejuela	17 de mayo de 2023 ...	1

Figura 35: Informes de Transmisión
Fuente plataforma ACC Industrial BIM.

PUBLICACIÓN DEL MODELO ESTRUCTURAL EN EL ACC

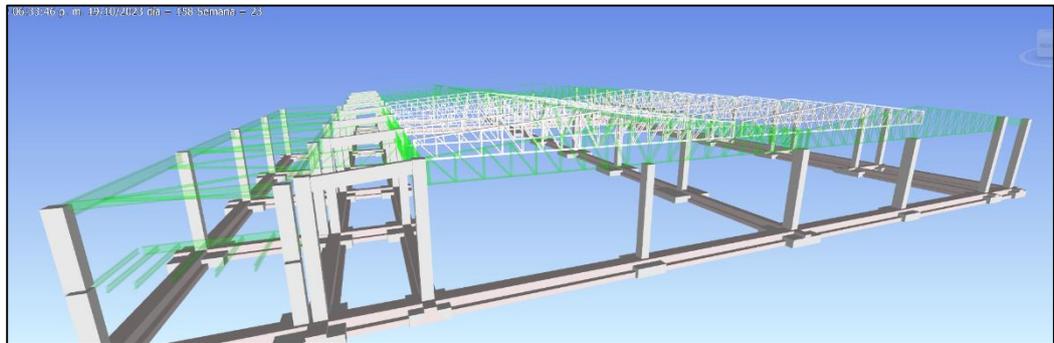
Como parte del flujo de trabajo y adjunto al informe de transmisión consta la publicación del modelo estructural, el mismo que es publicado por el líder Estructural en las carpetas de acceso establecido en el entorno común de datos, para este caso los avances de los modelos son publicados dentro de la plataforma ACC, DEMO-2023-3,

carpeta 1.4. ESTRUCTURAS/1.4.3 RVT.



*Figura 36: Publicación del modelo estructural
Fuente plataforma ACC- Industrial BIM*

Ejecución del cronograma, planificación y simulación constructiva 4D



*Figura 37: Simulación constructiva modelo estructural
Fuente NWC, Industrial BIM*

La elaboración del cronograma se realiza mediante el software Project, el plazo determinado para la ejecución de cada actividad, está basado en la experiencia del personal técnico del equipo Industrial BIM.

MODELO ESTRUCTURAL CON HORMIGÓN ARMADO Y PAVIMENTO ADOQUIN

La metodología de construcción propuesta para el proyecto estructural (orden de ejecución de rubros) guarda una relación lógica y secuencial determinado desde la fase de modelación donde uno de los principios al aplicar la metodología BIM fue: “se modela como se construye”.

Por lo anterior mencionado se obtiene el siguiente resumen del cronograma de ejecución para la parte estructural del Almacén Industrial Modelo Principal columnas de hormigón armado.

Tabla 23: Resumen de tareas y duraciones proyecto estructural en Hormigón,

Fuente Industrial BIM propia

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
ALMACEN INDUSTRIAL	140 días	lun 14/08/23	mar 20/02/24
FASE EJECUCION DE LA OBRA	140 días	lun 14/08/23	mar 20/02/24
HITO 1 Acta de inicio de obra	0 días	lun 14/08/23	lun 14/08/23
OBRAS PRELIMINARES	5 días	lun 14/08/23	vie 18/08/23
MOVIMIENTO DE TIERRAS	5 días	mié 16/08/23	mar 22/08/23
ZONA ALMACEN	5 días	mié 16/08/23	mar 22/08/23
CIMENTACIONES	54 días	mar 22/08/23	vie 03/11/23
EDIFICACION OBRA CIVIL, AREAS EXTERIORES Y ACABADOS	140 días	lun 14/08/23	mar 20/02/24
ESTRUCTURA	76 días	lun 25/09/23	vie 05/01/24
ALBAÑILERIAS	47 días	vie 15/12/23	lun 19/02/24
CARPINTERIAS	16 días	lun 22/01/24	lun 12/02/24
ZONA PARQUEADEROS	27 días	mar 31/10/23	mié 06/12/23
ZONA CISTERNA	16 días	mié 15/11/23	mié 06/12/23
INST HIDROSANITARIAS	71 días	lun 04/09/23	vie 08/12/23
INST VAC	118 días	lun 14/08/23	lun 22/01/24

INST ELECTRICAS	140 días	lun 14/08/23	mar 20/02/24
ACABADOS	30 días	vie 29/12/23	jue 08/02/24
AREAS EXTERIORES Y PARQUEOS	20 días	lun 14/08/23	vie 08/09/23
HITO 16_ ENTREGA PROVISIONAL	0 días	lun 15/01/24	lun 15/01/24
FIN	0 días	jue 15/02/24	jue 15/02/24

Tabla 24: Resumen plazo modelo estructural hormigón, fuente propia.

DESCRIPCIÓN	PLAZO
PLANIFICACION DE MODELO ESTRUCTURAL COLUMNAS DE HORMIGÓN Y PAVIMENTO DE ADOQUIN	140 Dias

MODELO ESTRUCTURAL METALICO Y PAVIMENTO ASFALTICO

Con el modelo estructural metálico aprobado por la coordinación BIM se procede a elaborar el cronograma de ejecución para el modelo estructural con columnas metálicas y pavimento de asfalto, Los tiempos previstos están dados en base a la experiencia del personal técnico Industrial BIM con la secuencia lógica y de sentido común como se lo considero en el modelado 3D. De esta manera se llega a determina el resumen de los rubros relevantes de la siguiente manera:

Tabla 25: Resumen de tareas y duraciones proyecto estructural Metalico,

Fuente Industrial BIM

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
ALMACEN INDUSTRIAL	102 días	lun 14/08/23	mar 30/01/24
FASE EJECUCION DE LA OBRA	125 días	lun 14/08/23	mar 30/01/24
HITO 1 Acta de inicio de obra	0 días	lun 14/08/23	lun 14/08/23
OBRAS PRELIMINARES	5 días	lun 14/08/23	vie 18/08/23
MOVIMIENTO DE TIERRAS	5 días	mié 16/08/23	mar 22/08/23
ZONA ALMACEN	5 días	mié 16/08/23	mar 22/08/23
CIMENTACIONES	43 días	mar 22/08/23	jue 19/10/23
EDIFICACION OBRA CIVIL, AREAS EXTERIORES Y ACABADOS	125 días	lun 14/08/23	mar 30/01/24
ESTRUCTURA	61 días	lun 25/09/23	vie 15/12/23
ALBAÑILERIAS	47 días	lun 27/11/23	lun 29/01/24
CARPINTERIAS	16 días	lun 01/01/24	mar 23/01/24
ZONA PARQUEADEROS	17 días	mié 11/10/23	jue 02/11/23
ZONA CISTERNA	16 días	mié 25/10/23	jue 16/11/23
INST HIDROSANITARIAS	56 días	lun 04/09/23	lun 20/11/23
INST VAC	103 días	lun 14/08/23	lun 01/01/24
INST ELECTRICAS	125 días	lun 14/08/23	mar 30/01/24
ACABADOS	30 días	lun 11/12/23	vie 19/01/24

AREAS EXTERIORES Y PARQUEOS	20 días	lun 14/08/23	vie 08/09/23
HITO 16_ ENTREGA PROVISIONAL	0 días	lun 15/01/24	lun 15/01/24
FIN	0 días	jue 15/02/24	jue 15/02/24

Tabla 26: Resumen Cronograma modelo estructural Metalico, Fuente Industrial

BIM propia

DESCRIPCIÓN	PLAZO
PLANIFICACION DE MODELO ESTRUCTURAL CON COLUMNAS METÁLICAS	102 Días

ANALISIS COMPARATIVO DE CRONOGRAMAS

El modelo estructural con columnas de hormigón y pavimento de adoquín tiene un tiempo de ejecución de 140 días versus el modelo de columnas metálicas y pavimento asfáltico que refleja un tiempo de ejecución de 102 días, lo que quiere decir que al construir con estructura metálica se podría culminar la ejecución de obra en 38 días antes del modelo en hormigón.

Sin embargo, esta es una de las variables a considerar el momento de tomar la decisión final ya que el complemento de la toma de decisiones es el COSTO y los diferentes riesgos que enfrentan la construcción según el tipo y metodología escogida, los cuales se plasman en la matriz de riesgos elaborada de manera general por parte del equipo Industrial BIM.

Ejecución del presupuesto del Almacén Industrial - 5D

El desarrollo del presupuesto estructural parte del modelo en revit donde constan los elementos con un nivel de información y parámetros dados los cuales nos ayudan a determinar las cantidades de ejecución con un 90% de confiabilidad considerando siempre un desperdicio del hasta el 5% y posibles riesgos.

PRESUPUESTO DEL MODELO ESTRUCTURAL CON HORMIGÓN ARMADO Y PAVIMENTO ADOQUIN



*Figura 38: Modelo columnas de hormigón armado
Fuente propia*

Para el modelo estructural con hormigón armado y pavimento adoquín se considera las cantidades determinadas en las tablas de planificación información proporcionada por el mismo software Revit y el costo unitario establecido por la Cámara de Construcción del Ecuador.

Es así que se obtiene el siguiente presupuesto al primer modelo estructural:

Tabla 27: Presupuesto con columnas de hormigon y pavimento adoquin, Fuente propia

CONSTRUCCIÓN DEL ALMACEN INDUSTRIAL EN GUAYAQUIL		
Oferente:	INDUSTRIAL BIM	
Ubicación:	Guayaquil	
Fecha:	25/09/2023	
METODOLOGIA PARA CONSTRUCCION (simulación constructiva)		
Ítem	Descripción	P.Total
2	OBRAS ESTRUCTURALES	6,526,655.35
2.1	CIMENTACIÓN	1,449,012.91
2.2	PAVIMENTO RÍGIDO: SALA DE VENTAS, PATIO DE MATERIALES, PATIO DE MANIOBRAS, BODEGA, OFICINAS	1,283,495.96
2.3	CISTERNA	585,121.53
2.4	ADOQUIN EN ESTACIONAMIENTOS	266,795.26
2.5	VEREDA INTERNAS	51,732.73
2.6	PAVIMENTO RÍGIDO PATIO DE MANIOBRAS	96,927.08
2.7	COLUMNAS DE HORMIGÓN ARMADO ESTRUCTURA PRINCIPAL	262,324.25
2.8	VIGAS DE HORMIGÓN ARMADO ESTRUCTURA PRINCIPAL	27,131.17
2.9	ESTRUCTURA DE ACERO, MEZANINES Y CUBIERTA B	265,733.62
2.10	ESTRUCTURA DE ACERO GRADAS MEZANINE Y OFICINA	9,865.69
2.11	LOSA DE HORMIGÓN SOBRE PLACA COLABORANTE PARA ENTREPISOS (mezanines y cubierta B)	69,763.70
2.12	ESTRUCTURA DE ACERO PARA CUBIERTA PRINCIPAL (CERCHAS)	2,158,751.44

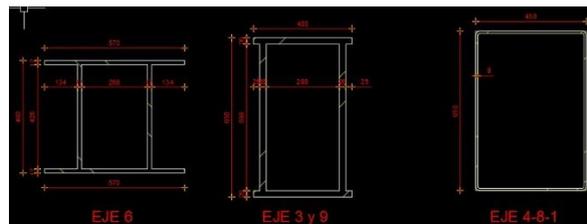
DESCRIPCIÓN	COSTO
MODELO ESTRUCTURAL COLUMNAS HORMIGÓN Y PAVIMENTO ADOQUÍN	\$ 6,526,655.37

PRESUPUESTO DEL MODELO ESTRUCTURAL CON COLUMNAS METALICAS Y PAVIMENTO DE ASFALTO



*Figura 39: Modelo estructural con columnas Metálicas
Fuente IND-BIM*

La ejecución del modelo con columnas metálicas se rige a la aprobación del rediseño columnas metálicas y la ejecución del modelo, realizado mediante incidencia 112, donde se estableció el tipo y sección de vigas a reemplazar en el modelo con columnas metálicas.



*Figura 40: Diseños columnas Metálicas
Fuente Consultor Estructural*



Figura 41: Incidencia 112 Aprobación de columnas metálicas
Fuente consultor externo

Tabla 28: Presupuesto columnas metálicas y pavimento de asfalto, fuente propia

CONSTRUCCIÓN DEL ALMACEN INDUSTRIAL		
Oferente:	INDUSTRIAL BIM	
Ubicación:	Guayaquil	
Fecha:	25/09/2023	
PRESUPUESTO		
Ítem	Descripción	P.Total
2	OBRAS ESTRUCTURALES	6,771,077.52
2.1	CIMENTACIÓN	1,449,012.91
2.2	PAVIMENTO RÍGIDO: SALA DE VENTAS, PATIO DE MATERIALES, PATIO DE MANIOBRAS, BODEGA, OFICINAS	1,283,495.96
2.3	CISTERNA	585,121.54
2.4	ASFALTO EN ESTACIONAMIENTOS	274,407.80
2.5	VEREDA INTERNAS	51,732.73
2.6	PAVIMENTO RÍGIDO PATIO DE MANIOBRAS	96,927.08
2.7	COLUMNAS METALICAS	488,337.75
2.8	VIGAS DE HORMIGÓN ARMADO ESTRUCTURA PRINCIPAL	27,131.17
2.9	ESTRUCTURA DE ACERO, MEZANINES Y CUBIERTA B	276,529.74
2.10	ESTRUCTURA DE ACERO GRADAS MEZANINE Y OFICINA	9,865.69
2.11	LOSA DE HORMIGÓN SOBRE PLACA COLABORANTE PARA ENTREPISOS (mezanines y cubierta B)	69,763.70
2.12	ESTRUCTURA DE ACERO PARA CUBIERTA PRINCIPAL	2,158,751.44

DESCRIPCIÓN	COSTO
MODELO ESTRUCTURAL COLUMNAS METÁLICAS	\$ 6,771,077.52

Asistencia a las reuniones periódicas Equipo Industrial BIM

Como parte de la comunicación y cooperación del equipo Industrial BIM se ejecutan reuniones periódicas de forma semanal a fin de evaluar el estado y avance del proyecto en todas sus etapas.

Los acuerdos generados son plasmados en un acta que forma parte del entorno común de datos de manera secuencial, constituyéndose en documentación oficial de cumplimiento obligatorio que sirven de referentes y consultas entre el equipo.

Nombre	Propietario	Última modificación	Tamaño de a
ACTA 02_IND_BIM_08may23.docx	JAVIER ANDRE APUNTE ...	8 may 2023 JAVIER ANDRE ...	6,4 MB
ACTA 06_IND_BIM_05jun2023.docx	JAVIER ANDRE APUNTE ...	5 jun 2023 JAVIER ANDRE A...	7,5 MB
ACTA 07_IND_BIM_12jun2023.docx	yo	12 jun 2023 yo	12,7 MB
ACTA 09_IND_BIM_19jun2023.docx	OSCAR SANTIAGO OLME...	22 jun 2023 OSCAR SANTI...	4,6 MB

Ilustración 2: Ubicación de actas de reunión, fuente Drive compartido

Industrial BIM

INFORME DE AVANCE GRUPO 5 INDUSTRIAL BIM			
Proyecto	Almacén industrial	Fecha de informe	15 de junio 2023
Cliente	Elmer Muñoz		
BIM Manager	Andrés López	BIM Coordinator	Paulina Orejuela
Objetivo	Implementar la metodología BIM en el proyecto del almacén industrial a través del análisis de las comparativas de materiales constructivos y su implicación de las decisiones de los distintos métodos constructivos para la reducción de tiempos y costos de construcción.		
Estado del proyecto En curso			
Estado y avances	% Avance	Planificado	Estimación fin
ER	100%	May 2023	11-ago-23
BEP	46%	Agosto 2023	11-ago-23
Modelado de arquitectura	90%	Julio 2023	21-jun-23
Modelado de estructuras	90%	Julio 2023	21-jun-23
Modelado MEP (mecánica)	80%	Julio 2023	26-jun-23
Modelado MEP (eléctrica)	80%	Julio 2023	22-jun-23
Modelado MEP (plomaría)	80%	Julio 2023	27-jun-23
Análisis de interferencias por disciplinas	90%	Julio 2023	28-jun-23
Análisis interferencias modelo federado	25%	Julio 2023	28-jul-23
Modelo federado	25%	Julio 2023	28-jul-23
Planos profesionales de las disciplinas	40%	Agosto 2023	11-ago-23
Cronograma general (4D)	10%	Agosto 2023	11-ago-23
Presupuesto general (5D)	10%	Agosto 2023	11-ago-23
Simulación constructiva (4D)	0%	Agosto 2023	11-ago-23
Análisis de comparativas	0%	Agosto 2023	4-ago-23
Análisis de sostenibilidad	25%	Agosto 2023	11-ago-23

Ilustración 3: Captura reunión Industrial BIM, Fuente propia

Como parte de la estrategia del equipo Industrial BIM uno de los temas a tratarse en reuniones se refiere a la Resolución de interferencias que surja entre las disciplinas de EST-EST(estructura-estructura), EST-ARQ (estructuras-arquitectura) y

EST-MEP (estructuras -MEP) definiendo la disciplina a ser corregida de común acuerdo.

6.7 Entorno común de datos

El entorno común de datos está en relación directa al flujo de trabajo establecido para el equipo Industrial BIM, determinado según la ISO 19650; de este modo se tiene acceso a la carpeta de trabajos en progreso WIP donde se encuentra las carpetas de estudios preliminares y estructuras con las subcarpetas que albergan toda la información requerida para el desarrollo de la disciplina, como se ilustra en las siguientes imágenes.

PROYECTO	ISO19650	ALMACEN INDUSTRIAL - INDUSTRIAL BIM	Accesos ROL	Concepto	Permisos	
1. TRABAJO EN PROGRESO	1.0 EIR		BIM Manager		Ver Crear y Edita	
	1.1 FLUJOS DE INFORMACIÓN	1.1.1 ACTAS DE	BIM Manager		Editar	
			Coordinador		Ver Crear Edita	
	1.2 EST. PRELIMINARES		BIM Manager	Solicita admin *		Ver Crear Edita
		1.2.1 TOPOGRAFIA	Coordinador		**	Ver Crear Edita
		1.2.2 ESTUDIOS DE SUELO				
	1.3 ARQUITECTURA	1.3.1 RECURSOS	Lider Disciplina Arquitectura		***	Ver Crear y Edita
		1.4 ESTRUCTURAS	Lider Disciplina Estructuras		***	Ver Crear y Edita
	1.4 ESTRUCTURAS	1.4.1 DWG				
		1.4.2 PDF				
		1.4.3 RVT				
		1.4.4 RFT				
		1.4.5 CONSUMIDO	Coordinador			Ver Crear y Edita
	1.5 MECÁNICA	1.4.5.1 ARQUITECTURA				
		1.4.5.2 MEP	Lider Disciplina MEP		***	Ver Crear y Edita
1.6 ELÉCTRICA		Lider Disciplina MEP		***	Ver Crear y Edita	
1.7 PLOMERÍA		Lider Disciplina MEP		***	Ver Crear y Edita	
1.8 COORDINACIÓN		Coordinador			Ver Crear y Edita	
2. COMPARTIDO	2.3 ARQUITECTURA		Accesos ROL		Permisos	
	2.4 ESTRUCTURA		BIM Manager	*	Ver Crear Edita	
			BIM Manager	*	Ver Crear Edita	
2.4 ESTRUCTURA	2.4.1 DWG	Coordinador		**	Ver y Crear	
	2.4.2 RVT					
	2.4.3 PDF					
2.5 - 2.7 MEP		BIM Manager		*	Ver Crear Edita	
	2.8 COORDINACIÓN					
3. PUBLICADO		BIM Manager		*	Ver Crear Edita	
		Coordinador			Ver	
4. ARCHIVADO		BIM Manager		*	Ver Crear Edita	
		Coordinador			Ver	

Ilustración 4: Diseño de carpetas para manejo de la información, Fuente propia Industrial BIM

En la carpeta de estructuras se realiza el intercambio de información y ejecución de las actividades para la disciplina de la siguiente manera:

Para la ejecución del modelado estructural se adquiere la información requerida de las subcarpetas según los avances requeridos por la coordinación BIM, los cuales se publican y notifican a través de un informe de transmisión e incidencias.

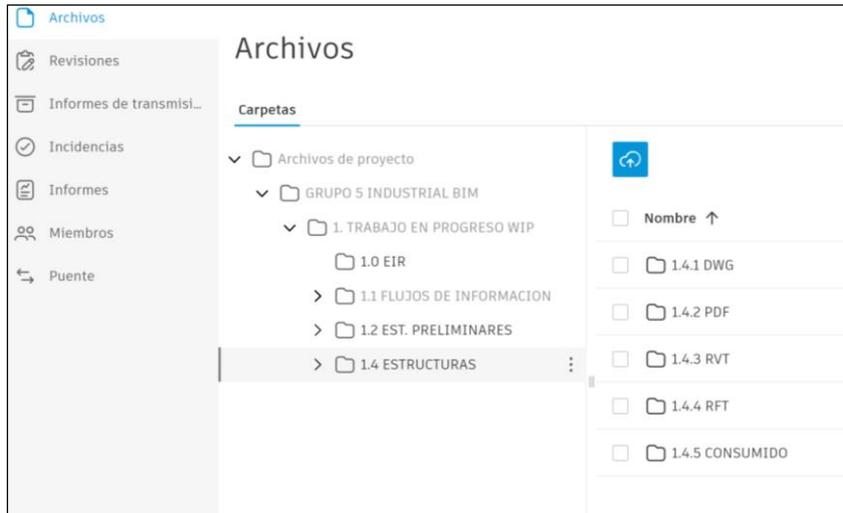


Ilustración 5: Diseño de carpetas Industrial BIM, Fuente plataforma ACC

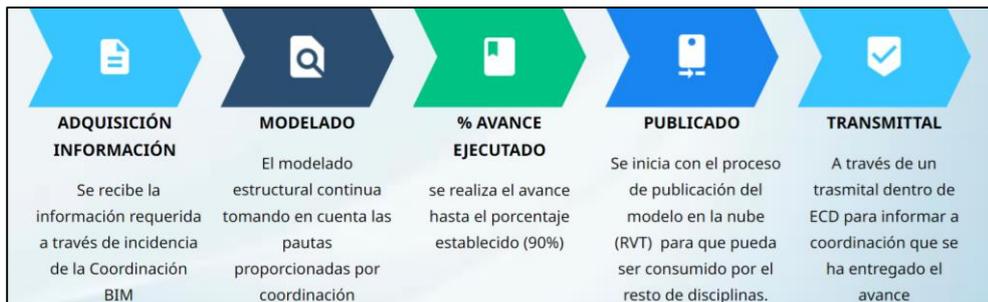
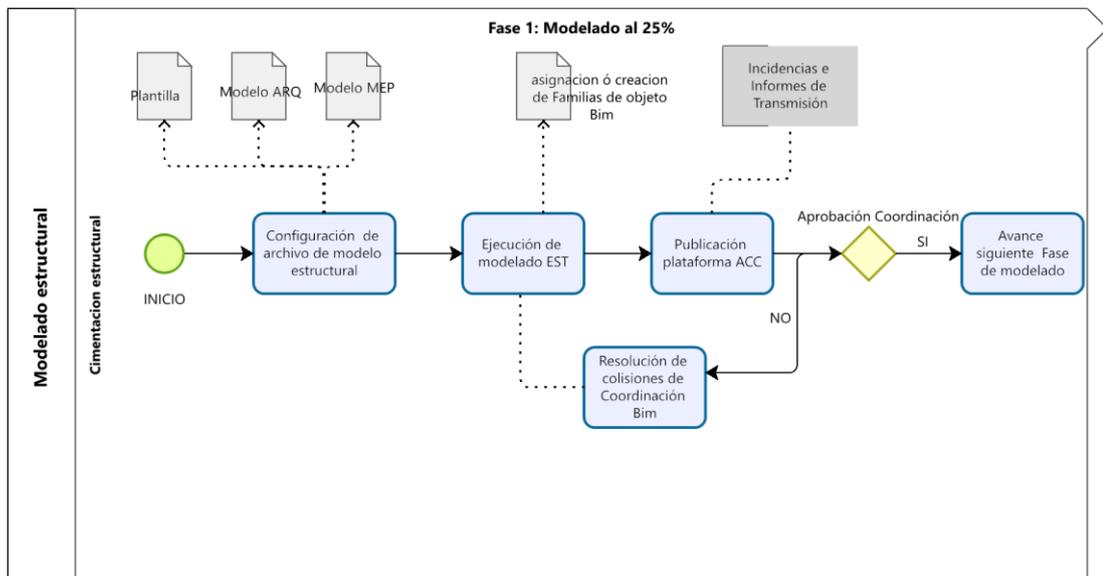


Ilustración 6: Secuencia de actividades Entorno común de datos, Fuente

Industrial BIM

6.8 Flujos de trabajo

6.7.1 Flujo de entregas al 25, 50 y 75% del modelado Estructural



Powered by
bimlogi
Modeler

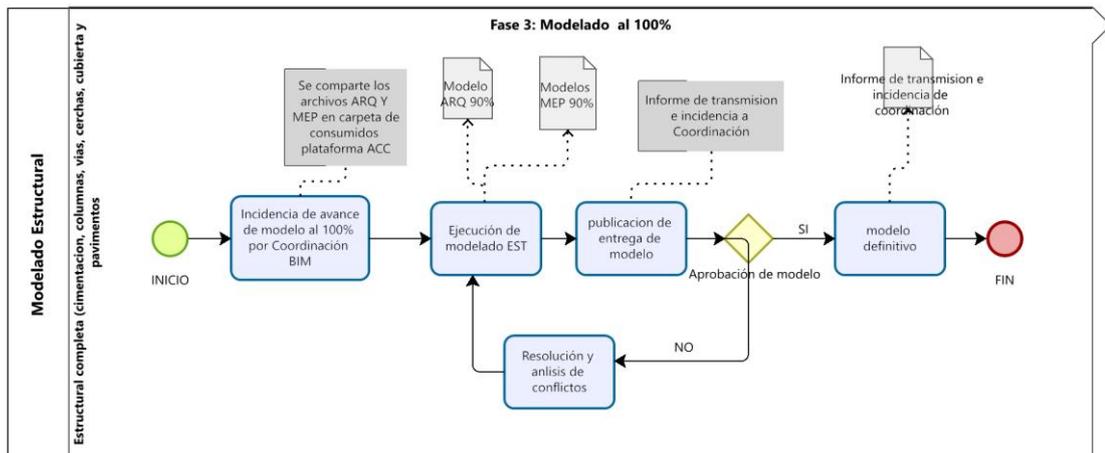
Una vez revisadas y aprobadas las entregas de la etapa anterior ARQ y EST al 50%, y MEP al 25% conforme lo establecido en los protocolos, la Coordinación BIM en reunión oficial (acta) y a través de transmittal solicita a los líderes ARQ, EST pasar al avance de los modelos al 70% y MEP al 50%. Cuando se encuentre listo el modelo de ARQ al 70%, se enviará un comunicado a través de un transmittal a la Coordinación BIM para informar que el avance está completo. La Coordinación revisará dicho avance antes de entregarlo al equipo de EST.

Cuando la Coordinación BIM haya colocado el archivo del modelo de arquitectura al 70% en la carpeta correspondiente (consumido), se notificará al Líder de EST mediante una incidencia.

El Líder de EST comienza la ejecución del avance solicitado. Una vez finalizado el avance hasta el 50% del modelo de EST, se realiza la entrega a la Coordinación BIM a través de un informe de transmisión.

Cuando se encuentre revisado y aprobado se subirá el archivo a la carpeta de consumidos de MEP. Se notifica al Líder de MEP para que inicie con el avance. Para ello, utiliza el modelo ARQ y el modelo EST al 70%. Una vez finalizado el avance hasta el 50% del modelo MEP, se realiza la entrega a la Coordinación BIM a través de un informe de transmisión.

Flujo de entregas al 100% del modelado Estructural



Descripción

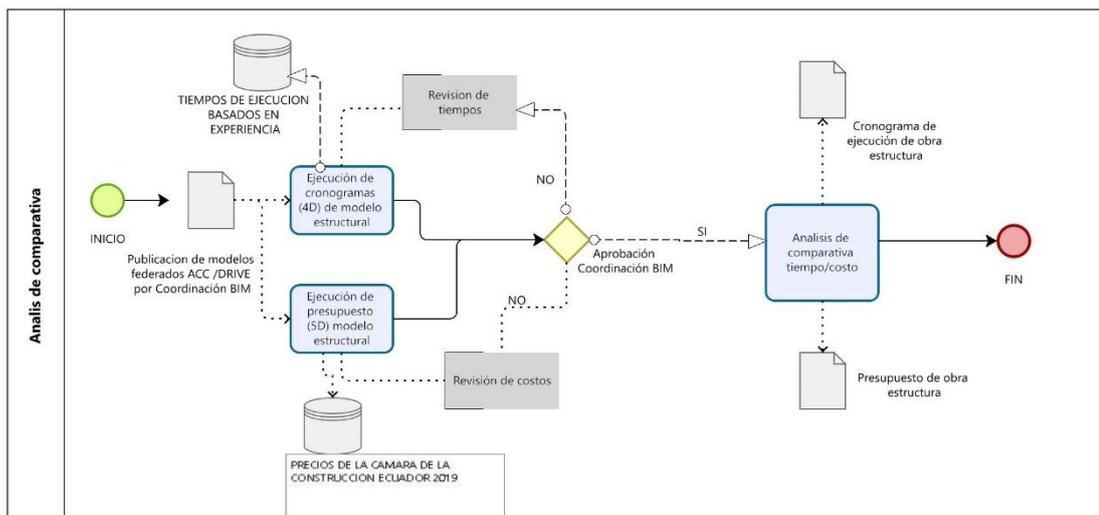
Una vez superadas y revisadas las entregas de la etapa anterior al 70%, y conforme lo establecido en los protocolos, la Coordinación BIM en reunión oficial (acta) y a través de transmittal solicita al líder EST pasar al avance del modelo al 100%, con la solución de colisiones.

El Líder de Estructura inicia la ejecución del avance solicitado y lo notifica a través de un transmital a la coordinadora, para lo cual consume el modelo ARQ al 70%, concluido el modelo realiza la entrega a través de un informe de transmisión a la Coordinación BIM.

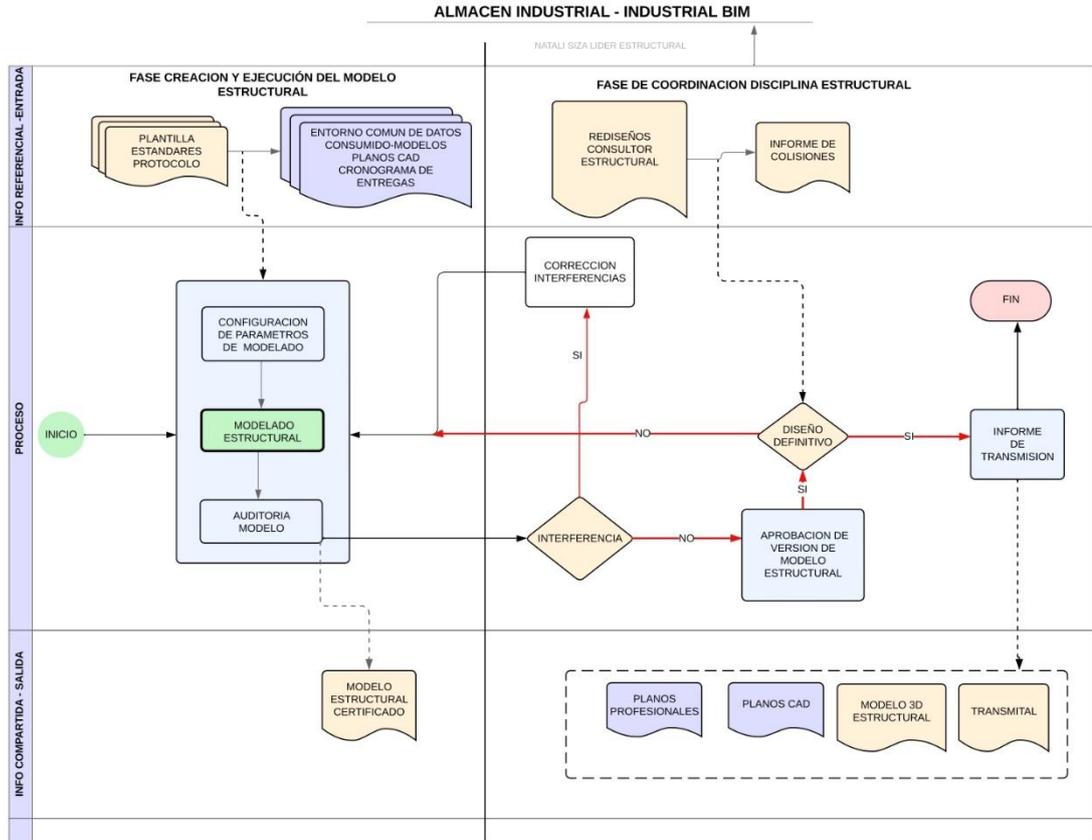
Flujo de Análisis de comparativas

El objetivo principal es comprender los cambios en la especificaciones de materiales en el modelo estructural.

Para realizar el análisis de impacto se verificará en términos de costos y tiempo con modelos 4D y 5D.



6.8.2 Flujos de trabajo y coordinación rol Lider Estructural



6.9. Análisis de Gestión del proyecto

6.9.1 Análisis de Montecarlo, Diseños y Gestion BIM

Capítulo 7. Gestión de Proyecto

7.1 Análisis de riesgos

Los riesgos en los proyectos se definen como “un evento que, si ocurre, causa impactos positivos o negativos”, los atributos clave de un riesgo son los siguientes:

- Incertidumbre
- Positivo o negativo
- Causas y consecuencias

- Riesgos conocidos y desconocidos
- Análisis de reserva de riesgos

La planificación de los riesgos debe ser muy apropiada y ajustada a la realidad de cada proyecto, dentro de las características y aspectos más importantes a desarrollar son:

- Determinar el nivel de riesgo que tiene el proyecto
- Definir si el equipo de trabajo está actualizado en las competencias para abordar el proyecto
- Estudiar y analizar proyectos anteriores con la similitud de la problemática actual
- Definir correctamente el alcance, el tamaño, y la importancia del proyecto

Para determinar un Plan de Gerencia de Riesgos, se deberá incluir dentro de la documentación los siguientes aspectos:

- Manera de identificar los riesgos, cuantificación, y calificación
- Métodos y herramientas para medir y cuantificar los riesgos
- Responsables, frecuencias de revisión, calendario de riesgos, monitoreo, seguimiento, documentación generada, estrategias, conclusiones, y finalmente decisiones gerenciales.

Por la importancia y el impacto de los riesgos en el proyecto, no se debe identificar una sola vez o de manera aislada, se deberá considerar de manera permanente durante toda la vida del proyecto

En el proyecto Almacén Industrial hemos identificado los riesgos a través de las siguientes fuentes:

- WBS

- Acta de constitución del proyecto
- Cronograma y asignación de recursos
- Estimación de tiempos y costos
- Las restricciones
- Las suposiciones

Para la identificación de los riesgos, el equipo Industrial BIM, ha desplegado una serie de ideas y realizado los diagramas de influencia, los cuales nos han determinado los siguientes riesgos identificados

- Riesgos técnicos
- Riesgos de Gerencia
- Riesgos de organización
- Riesgos externos

En la categoría de Riesgos técnicos tenemos:

- Experiencia del equipo técnico en proyectos de similar envergadura
- Calidad de los productos entregables

En la categoría de Riesgos de Gerencia tenemos:

- Experiencia de Gerencia en los proyectos BIM
- Experiencia en la interpretación y toma de decisiones

En la categoría de Riesgos de organización tenemos:

- Restricciones de accesibilidad a licencias de programas utilitarios
- Equipo de computación con limitación de rendimiento

En la categoría de Riesgos externos tenemos:

- Factores climáticos
- Incidencia de factores sociales en el desarrollo del proyecto

- Estabilidad social
- Estabilidad política
- Condiciones de ejecución del proyecto

Los análisis cualitativo y cuantitativo de los riesgos se determinaron mediante las siguientes características, el impacto produce si es que ocurre el riesgo, la probabilidad que tiene para que ese riesgo se presente, y la precisión determinada por el grado de confianza de la información proporcionada para determinar el riesgo

Para la cuantificación del impacto se determinan 5 niveles:

1. Muy bajo
2. Bajo
3. Medio
4. Alto
5. Muy alto

Para los efectos del riesgo se mide en que factor impacta, es decir en los costos, en el cronograma, en el alcance o en la calidad, de cualquier manera y como premisa del equipo consultor, cualquier riesgo inminente no deberá afectar la calidad de los productos entregables.

La probabilidad de que ocurran los riesgos en el proyecto también tiene manera medible de valorar dentro del proyecto y se presenta en escala del 1 al 4 en donde:

1. Muy probable
2. Poco probable
3. Probable
4. Altamente probable
5. Casi cierto

Posterior a los datos ingresados y conforme a la matriz de riesgos del proyecto realizamos las siguientes variables, determinando el análisis cualitativo del riesgo

- **Matriz de Probabilidad / Impacto** $\text{Severidad} = \text{Probabilidad} * \text{Impacto}$

	Muy Bajo 0,05	Bajo 0,1	Moderado 0,2	Alto 0,4	Muy Alto 0,8
Muy Alta 0,9	0,045	0,09	0,18	0,36	0,72
Alta 0,7	0,035	0,07	0,14	0,28	0,56
Moderada 0,5	0,025	0,05	0,10	0,20	0,40
Baja 0,3	0,015	0,03	0,06	0,12	0,24
Muy Baja 0,1	0,005	0,01	0,02	0,04	0,08

Impacto

Figura 42 Matriz análisis cualitativo de riesgos
Fuente: Msc. Pablo Vásquez, Feb 2023

Para el análisis cuantitativo determinamos y medimos la probabilidad y las consecuencias de los riesgos dentro de los objetivos del proyecto, obtendremos un análisis de las probabilidades de alcanzar los objetivos en tiempo y costo

La respuesta a los riesgos es la conclusión de la matriz que realizamos, obtenemos un plan apropiado para enfrentar cada riesgo, determinamos el responsable, las fechas de medición, y el análisis posterior a la implementación del plan.

7.1.1 Riesgos en la etapa de Gestión y Diseños

En la etapa de “Diseños y Gestión BIM” del Almacén Industrial, identificamos los riesgos que afectan a los “entregables”, realizamos el proceso con la matriz de riesgos, y determinamos el tiempo de incidencia en el proyecto. (Ver Anexo Matriz de Riesgos Gestión y Diseños BIM)

PLAN DE GESTIÓN DE RIESGOS												
PROYECTO	IDENTIFICACIÓN			ANÁLISIS CUALITATIVO					ESTRATEGIAS DE RESPUESTA	IMPLEMENTACIÓN RESPUESTA A RIESGOS		
	ESTATUS	FECHA IDENTIFICACIÓN FASE DEL PROYECTO	ENTREGABLE AFECTADO	OBJETIVO AFECTADO	PROBABILIDAD	IMPACTO	MATRIZ DE CALOR	ESTRATEGIA	ACCIONES DE RESPUESTA	VENTAJAS	DESVENTAJAS	
1	(2)	(4)	(5)	(12)	(13)	(14)	(15)	(19)	(20)	(21)	(22)	
1	Inactivo	09-may-23 Planificación	Exchange Information Requirements (ER)	Cronograma Alcance	Alto	Alto		Mitigar	Realizar una revisión exhaustiva de los requisitos	Asegurar que el entregable cumpla las expectativas del cliente.		
1	Inactivo	20-may-23 Planificación	BIM Execution Plan "BEP"	Cronograma Costo	Medio	Medio		Mitigar	Capacitar al equipo en planificación y ejecución BIM	Asegurar que los productos entregables estén de acuerdo a la calidad requerida.	Demora de entrega productos finales	
1	Inactivo	25-may-23 Planificación	Modelo de Arquitectura (Level of Development "LOD" 300)	Costo Cronograma	Bajo	Bajo		Mitigar	Establecer un proceso de revisión y validación del modelo	Diseños y modelos arquitectónicos más eficientes		
1	Inactivo	25-may-23 Planificación	Modelo de Estructuras (Level of Development "LOD" 300)	Costo Cronograma	Medio	Medio		Mitigar	Establecer reuniones de coordinación periódicas	Diseños y modelos estructuras más eficientes		
1	Inactivo	01-jun-23 Planificación	Modelo de MEP (Mecánica) (Level of Development "LOD" 300)	Costo Cronograma	Alto	Alto		Mitigar	Implementar un proceso de detección temprana de interferencias.	Diseños y modelos mecánicos más eficientes		
1	Inactivo	01-jun-23 Planificación	Modelo de MEP (Eléctrica) (Level of Development "LOD" 300)	Costo Cronograma	Alto	Alto		Mitigar	Implementar un proceso de detección temprana de interferencias	Diseños y modelos eléctricos más eficientes		
1	Inactivo	01-jun-23 Planificación	Modelo de MEP (Plomería) (Level of Development "LOD" 300)	Costo Cronograma	Alto	Alto		Mitigar	Implementar un proceso de detección temprana de interferencias	Diseños y modelos de plomería más eficientes		
1	Inactivo	10-jul-23 Planificación	Planos profesionales (Arquitectura, Estructura, MEP)	Cronograma Alcance	Bajo	Bajo		Mitigar	Establecer un seguimiento y recordatorio para la aprobación	Asegurar que los diseños cumplan con las expectativas del cliente.		
1	Inactivo	25-jun-23 Planificación	Informe de resolución de interferencias	Cronograma Alcance	Medio	Medio		Mitigar	Establecer reuniones periódicas para la resolución de interferencias	Asegurar que la resolución de colisiones sea efectiva evitando sobrecostos en la etapa de ejecución y entregas en sitio.		
1	Inactivo	10-jul-23 Planificación	Modelo federado	Cronograma Calidad	Medio	Medio		Mitigar	Establecer un proceso de revisión y validación del modelo	Asegurar que los datos cumplan con la certificación de modelado y su coordinación con el resto de disciplinas involucradas.		
1	Inactivo	25-jun-23 Planificación	Análisis de sostenibilidad (SD)	Costo Cronograma	Medio	Medio		Mitigar	Realizar una búsqueda exhaustiva de datos y fuentes confiables para la sostenibilidad energética de la implementación de paneles fotovoltaicos para sistema iluminación el área administrativa	Conocer el estado financiero del proyecto.		
1	Inactivo	10-jul-23 Planificación	Presupuesto general (SD)	Costo Calidad	Medio	Medio		Mitigar	Realizar revisiones y verificaciones exhaustivas de los costos estimados	Seguridad en el presupuesto del proyecto	Precios de materiales pueden bajar en relación al precio negociado.	
1	Inactivo	10-jul-23 Planificación	Cronograma general (40)	Costo Cronograma	Bajo	Alto		Mejorar	Obtener asesoramiento de expertos en planificación de proyectos	Obtener el cronograma real del proyecto con poca incertidumbre		
1	Inactivo	10-jul-23 Planificación	Simulación constructiva	Cronograma Costo	Bajo	Bajo		Mitigar	Obtener asesoramiento en tecnologías de simulación constructiva	Asegurar la buena ejecución de la simulación		

Figura 43 Matriz de riesgos etapa de Gestión y Diseño BIM
Fuente: Industrial BIM

7.1.2 Riesgos en la etapa de ejecución (construcción del proyecto)

En la etapa constructiva determinamos como entregables los subelementos o subcapítulos de cada especialidad, y definimos los riesgos que involucran a cada uno de esos entregables. (Ver Anexo Matriz de Riesgos Construcción)

PROYECTO	PLAN DE GESTION DE RIESGOS											
	IDENTIFICACION			ANALISIS CUALITATIVO				ANALISIS CUANTITATIVO	IMPLEMENTACION RESPUESTA A RIESGOS			
	ESTATUS	ENTREGABLE AFECTADO	DESCRIPCION DEL RIESGO	OBJETIVO AFECTADO	PROBABILIDAD	IMPACTO	MATRIZ DE CALOR	PROBABILIDAD (%)	ACCIONES DE RESPUESTA	VENTAJAS	DESVENTAJAS	
(1)	(2)	(5)	(7)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(20)	(21)	(22)	
1	Inactivo	OBRAS PRELIMINARES	Interrupciones por clima adverso	Cronograma Alcance	Medio	Alto		70%	Colocar zanjas perimetrales, bombas de achique, o crear sistemas provisionales de bombeo	Se contrarresta la perdida de dias productivos	Más inversión para mitigar el riesgo	
	Inactivo	MOVIMIENTO DE TIERRAS	Retraso en la nivelación del terreno	Costo Cronograma	Medio	Medio		30%	Revisar diseño para anticipar posibles cambios en terreno, asignar recursos adicionales para nivelación, plan de contingencia	Tener el contingente necesario para el riesgo	Presupuesto más elevado	
	Inactivo	CIMENTACIONES	Asentamientos diferenciales	Cronograma Costo	Alto	Alto		50%	Contratar consultoría adicional para estudios geotécnicos más precisos, asegurarse de contar con seguro de construcción	Eliminar incertidumbres con respecto al suelo	Se extiende el tiempo de ejecución de los trabajos	
	Inactivo	ESTRUCTURA	Falta de resistencia estructural	Cronograma Calidad	Alto	Alto		70%	Revisar diseño estructural, realizar pruebas adicionales, considerar opciones de refuerzo, informar al personal sobre riesgos	Prevenir accidentes laborales	Más costo en los refuerzos adicionales	
	Inactivo	CUBIERTA	Falta de resistencia estructural	Cronograma Calidad	Alto	Alto		70%	Revisar diseño estructural, realizar pruebas adicionales, considerar opciones de refuerzo, informar al personal sobre riesgos	Prevenir accidentes laborales	Más costo en los refuerzos adicionales	
	Inactivo	PAREDES	Fisuras o debilidad en las paredes	Costo Calidad	Medio	Medio		50%	Inspeccionar materiales antes de su uso, contar con equipo de control de calidad, establecer estándares de resistencia y durabilidad	Certificar los materiales que sean de calidad		
	Inactivo	PISOS DE HORMIGÓN	Grietas o desprendimientos en el piso de hormigón	Calidad Costo	Bajo	Alto		30%	Seguir rigurosamente las pautas de curado del hormigón, implementar controles de calidad en todo el proceso de vertido y curado	Corteza de la calidad del hormigón		
	Inactivo	ADOQUIN PARQUEADEROS	Asentamientos diferenciales	Cronograma Costo	Medio	Alto		30%	Contratar consultoría adicional para estudios geotécnicos más precisos, asegurarse de contar con seguro de construcción	Eliminar incertidumbres con respecto al suelo	Se extiende el tiempo de ejecución de los trabajos	
	Inactivo	CISTERNA	Posibilidad de encontrar bolsas de agua y suelo mojado en áreas puntuales	Cronograma Costo	Medio	Medio		50%	Realizar estudios de suelo precios, asegurarse de contar con seguro de construcción	No detener el avance de la ejecución del proyecto	Sobrecoste en los estudios preliminares	
	Inactivo	SISTEMA AGUA POTABLE	Baja presión o contaminación del agua potable	Cronograma	Medio	Alto		50%	Plan de contingencia para abastecimiento alternativo, monitoreo constante de la calidad del agua, mantenimiento preventivo	Asegurar el abastecimiento de agua potable		
	Inactivo	SISTEMA MECÁNICO	Interrupciones en el funcionamiento de maquinaria	Cronograma	Medio	Medio		50%	Adquirir garantías extendidas para equipos, mantener inventario de repuestos críticos, establecer acuerdos de servicio con proveedores	Equipos en buen estado garantizan el desarrollo normal de los trabajos	El costo elevado de la garantía de los equipos	
	Inactivo	SISTEMA ELÉCTRICO	Cortocircuitos o fallos en el sistema eléctrico	Costo Calidad	Bajo	Medio		30%	Verificar instalación por profesionales, realizar pruebas de funcionamiento, mantener protocolos de mantenimiento regulares	Asegurar la calidad de todo el sistema		
Inactivo	SISTEMA SANITARIO	Atascos o fugas en el sistema sanitario	Calidad	Bajo	Medio		30%	Revisar diseño de sistema sanitario, realizar pruebas de funcionamiento, implementar protocolos de limpieza y mantenimiento	Controlar la calidad del diseño	Se tomará más tiempo en revisiones para aprobación de diseños		
Inactivo	SISTEMA FOTOVOLTAICO	Producción de energía por debajo de lo esperado	Calidad Costo	Bajo	Medio		30%	Establecer márgenes presupuestarios adicionales para costos eléctricos, monitorear rendimiento y ajustar consumo si es necesario	Tener el contingente necesario para el riesgo			
Inactivo	ACABADOS	Demora en la finalización de los acabados	Cronograma	Medio	Medio		50%	Mantener una comunicación constante con proveedores, tener un plan de contingencia para retrasos en suministros, buscar fuentes alternativas de materiales si es necesario	Tener un plan de compras			

Figura 44 Matriz de riesgos Etapa de Construcción
Fuente: Industrial BIM

7.2 Análisis de Montecarlo

El análisis de Montecarlo consiste en una técnica matemática que predice los posibles resultados de un evento incierto. Puede predecir una cantidad de resultados futuros, en función de los datos ingresados, para reducir la incertidumbre probabilística

Generalmente, podemos destacar los tres usos más comunes son los siguientes:

- Permite generar diferentes escenarios en función de plazos y costos de proyecto.
- Simular el comportamiento de opciones financieras o carteras de inversión.
- Se utiliza para gestionar el riesgo en las inversiones.

En base al concepto de la técnica Montecarlo, en nuestro proyecto hemos desarrollado para obtener diferentes escenarios en cuanto a coste y tiempo del proyecto, tanto en los diseños BIM, como en la construcción.

Posterior a definir el cronograma de diseños y gestión BIM, utilizando Ms Project, determinando la duración de la primera etapa de “Diseños y Gestión BIM”, en 76 días y considerando un costo de 99 327,36 USD

La etapa de ejecución de trabajos (construcción) se determinó en 140 días y considerando un costo de 8 804 669.70 USD

Para la determinación de la simulación en el proyecto Almacén Industrial se ha considerado varios escenarios de prueba

La primera simulación que se realizó en la etapa de “Diseños y Gestión BIM” del proyecto, considerando los factores de tiempo y el costo de cada entregable

La segunda simulación se realizó con respecto a la fase de diseño, elementos estructurales columnas de hormigón y pavimento de adoquín

La tercera simulación se realizó con respecto a las columnas de metal y pavimento asfáltico.

Las ventajas que tenemos al utilizar esta técnica son:

- Posibilidad de generar varias opciones o posibilidades de escenarios futuros, generando una estimación de rendimiento en la inversión
- Posibilidad de analizar el riesgo de la inversión del proyecto, obtención de probabilidades de ganancia o pérdida.

Las desventajas de utilizar esta técnica son:

- Si la simulación se realiza con datos no acercados a la realidad se puede tener conclusiones erradas
- La simulación con pocas muestras o datos, presentan resultados no confiables

7.2.1 Análisis de Montecarlo, Diseños y Gestión BIM

En la simulación se procedió a ingresar los datos en conformidad a la planificación que se realizó por el equipo consultor. (ver Anexo MONTECARLO ETAPA DE GESTION Y DISEÑOS BIM)

TABLA DE CALCULO MONTECARLO - DURACIONES

ENTREGABLES / PAQUETES DE TRABAJO / ACTIVIDADES	DURACION		
	OPTIMISTA	MAS DESEABLE	PESIMISTA
1 Exchange Information Requirements (EIR)	10	15	20
2 BIM Execution Plan "BEP"	10	15	20
3 Modelo de Arquitectura (Level of Development "LOD" 300)	50	61	70
4 Modelo de Estructuras (Level of Development "LOD" 300)	45	51	60
5 Modelo de MEP (Mecánica) (Level of Development "LOD" 300)	40	46	50
6 Planos profesionales (Arquitectura, Estructura, MEP)	20	25	30
7 Informe de resolución de interferencias	15	20	25
8 Modelo Federado	12	15	25
9 Análisis de sostenibilidad (5D)	7	9	12
10 Cronograma general (4D)	8	10	15
11 Presupuesto general (5D)	8	10	15
12 Simulación constructiva	10	15	20

Figura 45 Tabla de cálculo Montecarlo - Duraciones
Fuente: Industrial BIM

bins	PDF(x)	CDF(x)
178	0.00	0.00
182	0.01	0.01
186	0.02	0.03
190	0.03	0.06
194	0.04	0.10
198	0.05	0.15
202	0.07	0.22
206	0.07	0.29
210	0.08	0.38
214	0.08	0.46
218	0.09	0.54
222	0.08	0.62
226	0.07	0.70
230	0.07	0.77
234	0.06	0.83
238	0.05	0.88
242	0.04	0.92
246	0.03	0.95
250	0.02	0.98
254	0.02	0.99
258	0.01	1.00

Figura 46 Matriz de resultados probabilísticos
Fuente: Industrial BIM

En base a los datos de “Duración” de la simulación Montecarlo se concluye que de los 217 días planificados, al 55% se cumplirá, y con una certeza del 95% se realizará en un tiempo de 246 días, es decir 29 días de contingencia.

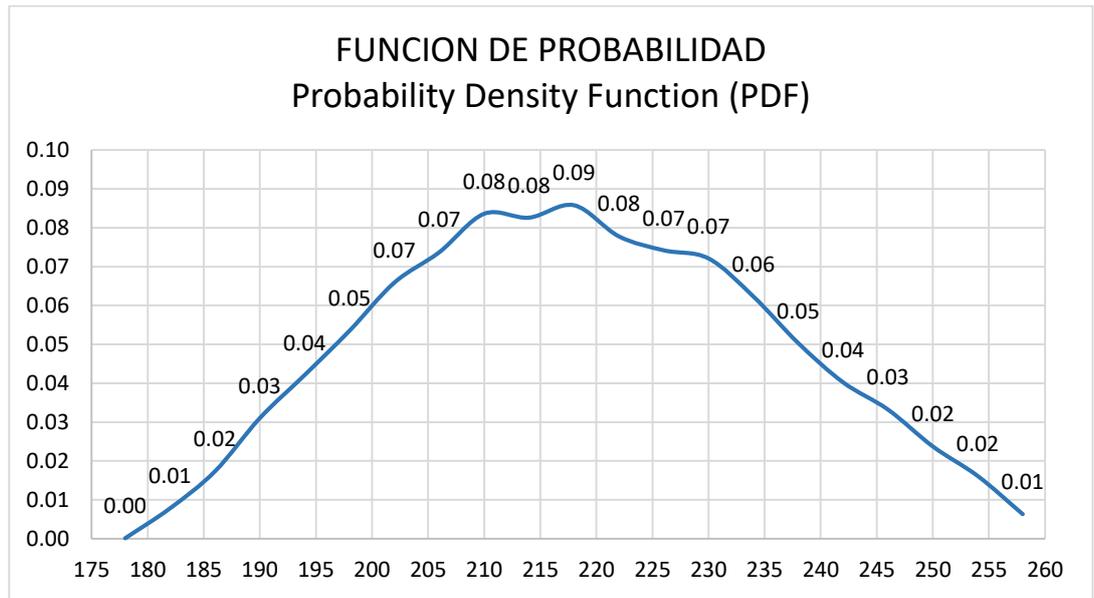


Figura 47 Análisis probabilístico Montecarlo
Fuente: Industrial BIM

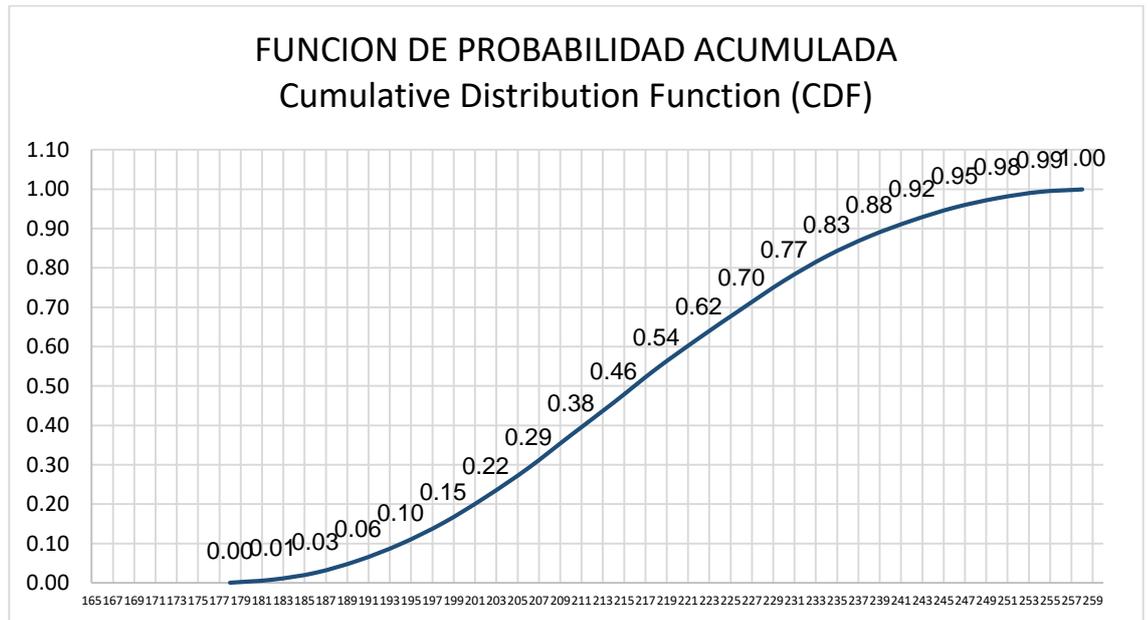


Figura 48 Análisis probabilístico Montecarlo
Fuente: Industrial BIM

TABLA DE CALCULO MONTECARLO - COSTOS

	ENTREGABLES / PAQUETES DE TRABAJO / ACTIVIDADES	COSTOS			MODELO
		OPTIMISTA	MAS DESEABLE	PESIMISTA	
1	Exchange Information Requirements (EIR)	4,000	4,212	4,500	uniforme
2	BIM Execution Plan "BEP"	8,000	8,551	8,500	uniforme
3	Modelo de Arquitectura (Level of Development "LOD" 300)	16,500	17,212	18,000	triangular
4	Modelo de Estructuras (Level of Development "LOD" 300)	23,000	23,612	24,000	triangular
5	Modelo de MEP (Mecánica) (Level of Development "LOD" 300)	13,000	13,469	14,000	triangular
6	Planos profesionales (Arquitectura, Estructura, MEP)	10,000	10,670	11,000	uniforme
7	Informe de resolución de interferencias	4,000	4,400	5,000	triangular
8	Modelo Federado	4,000	4,608	5,000	triangular
9	Análisis de sostenibilidad (5D)	3,500	3,743	4,100	uniforme
10	Cronograma general (4D)	2,500	2,850	3,200	uniforme
11	Presupuesto general (5D)	2,500	2,850	3,200	uniforme
12	Simulación constructiva	2,800	3,150	3,500	uniforme

Figura 49 Tabla de cálculo Montecarlo – Costos
Fuente: Industrial BIM

bins	PDF(x)	CDF(x)
65,536	0.00	0.00
65,861	0.01	0.01
66,186	0.02	0.03
66,511	0.03	0.06
66,836	0.04	0.09
67,161	0.05	0.14
67,486	0.05	0.20
67,811	0.06	0.25
68,136	0.06	0.31
68,461	0.07	0.38
68,786	0.07	0.46
69,111	0.07	0.53
69,436	0.08	0.61
69,761	0.07	0.68
70,086	0.06	0.74
70,411	0.06	0.80
70,736	0.05	0.85
71,061	0.05	0.90
71,386	0.04	0.94
71,711	0.03	0.97
72,036	0.02	0.99
72,361	0.00	0.99
72,686	0.00	0.99

Figura 50 Matriz de resultados probabilísticos
Fuente: Industrial BIM

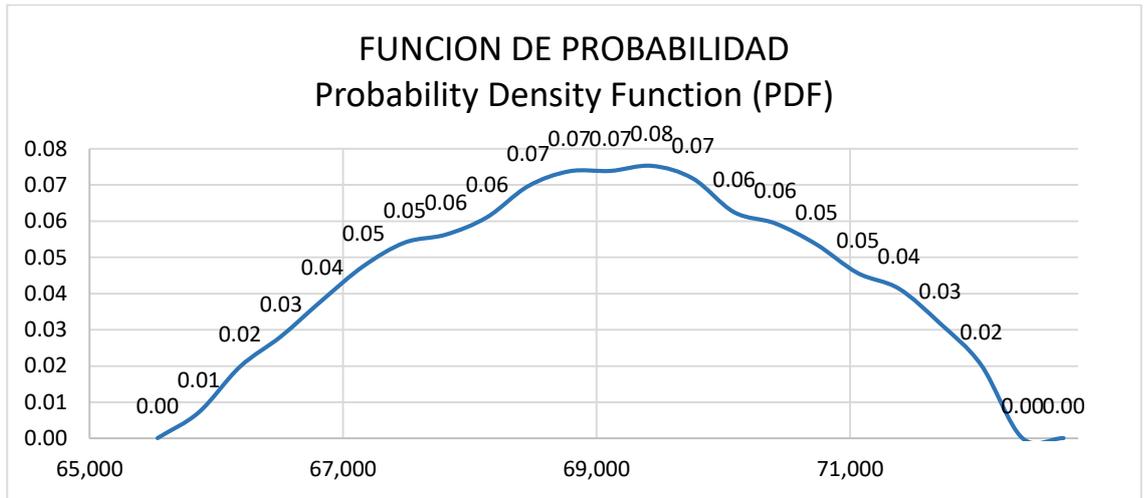


Figura 51 Probabilidad Costos
Fuente: Industrial BIM

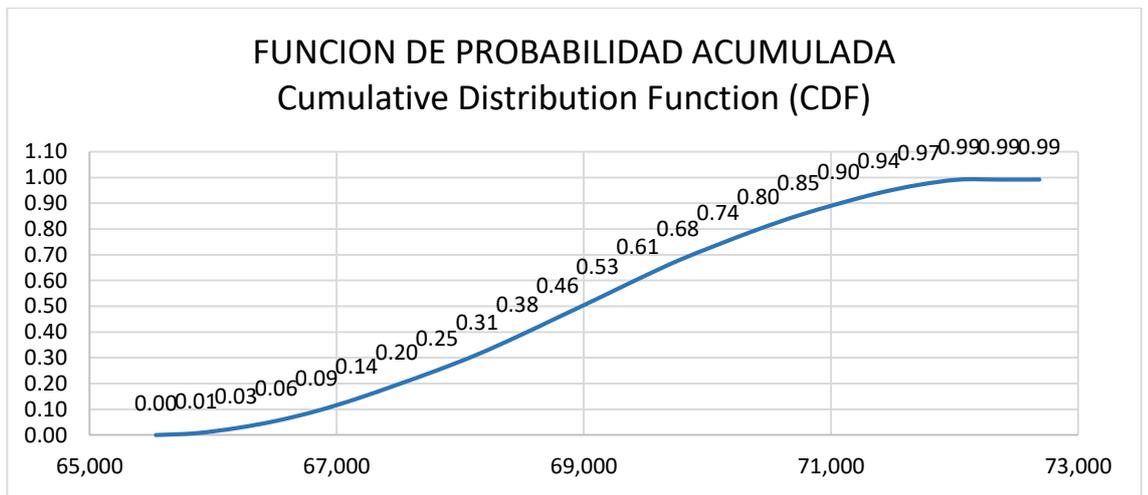


Figura 52 Probabilidad Acumulada Costos
Fuente: Industrial BIM

En base a los datos de “Costos” de la simulación Montecarlo se concluye que del 55% se tiene comprometido un presupuesto de 69.111 USD, y con certeza del 95% el 71.711 USD del coste estimado.

7.2.2 Análisis de Montecarlo, Alternativa Columnas con hormigón y pavimento de adoquín.

Columnas de hormigón

TABLA DE CALCULO MONTECARLO - DURACIONES

ENTREGABLES / PAQUETES DE TRABAJO / ACTIVIDADES	DURACION			MODELO	CRITICA
	OPTIMISTA	MAS DESEABLE	PESIMISTA		
1 Obras preliminares	3	5	10	uniforme	
2 Movimiento de tierras	3	5	4	uniforme	
3 Cimentaciones	18	20	30	beta	1
4 Estructura	65	71	100	beta	1
5 Cubierta	8	10	30	triangular	1
6 Paredes	20	25	30	uniforme	
7 Pisos de hormigón	24	29	34	triangular	1
8 Adoquin parqueaderos	20	30	45	triangular	
9 Cisterna	12	16	25	triangular	
10 Sistema agua potable	20	26	30	uniforme	
11 Sistema mecánico	18	19	25	triangular	
12 Sistema eléctrico	20	25	28	uniforme	
13 Sistema sanitario	15	20	24	triangular	
14 Acabados	18	20	30	uniforme	

Figura 53 Tabla de cálculo Montecarlo-Duraciones
Fuente: Industrial BIM

bins	PDF(x)	CDF(x)
115	0.00	0.00
119	0.04	0.04
123	0.07	0.11
127	0.09	0.20
131	0.10	0.31
135	0.11	0.41
139	0.10	0.51
143	0.09	0.60
147	0.08	0.68
151	0.08	0.76
155	0.06	0.82
159	0.05	0.87
163	0.04	0.91
167	0.03	0.94
171	0.02	0.96
175	0.02	0.98
179	0.01	0.99
183	0.01	1.00
187	0.00	1.00
191	0.00	1.00
195	0.00	1.00

Figura 54 Matriz de resultados probabilísticos- Duraciones
Fuente: Industrial BIM

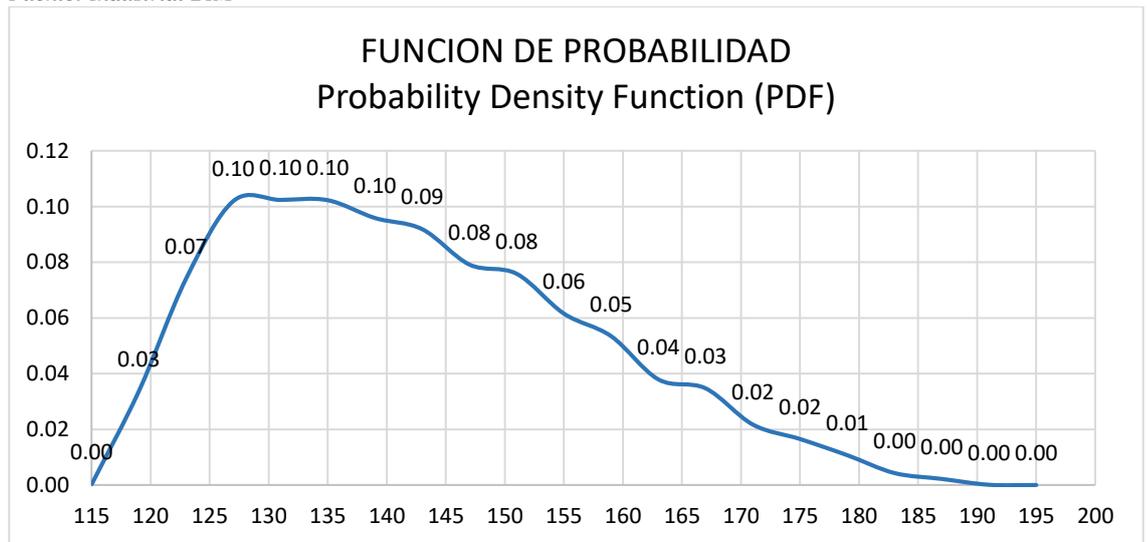


Figura 55 Probabilidad Duraciones
Fuente: Industrial BIM

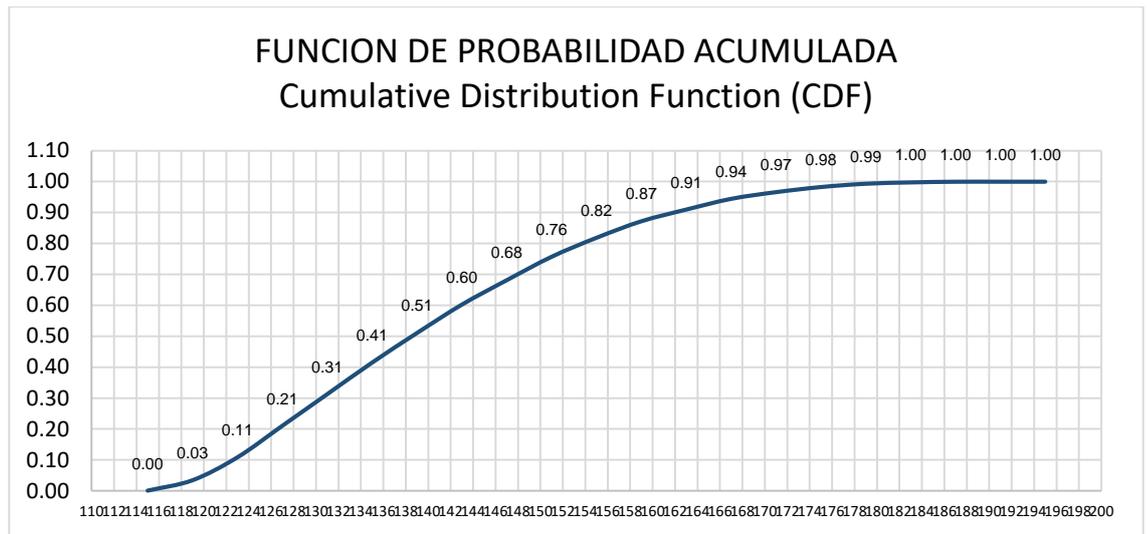


Figura 56 Probabilidad Acumulada Duraciones
Fuente: Industrial BIM

El ensayo de Montecarlo con columnas de hormigón y adoquín en parqueaderos determina que se cumple en el 60% la duración deseada de 141 días, y con la certeza del 95% se realizará en 167 días, es decir una variación de 26 días

Columnas de hormigón

TABLA DE CALCULO MONTECARLO - COSTOS

	ENTREGABLES / PAQUETES DE TRABAJO / ACTIVIDADES	COSTOS			MODELO
		OPTIMISTA	MAS DESEABLE	PESIMISTA	
1	Obras preliminares	50,000	53,936	55,000	uniforme
2	Movimiento de tierras	30,000	31,348	35,000	uniforme
3	Cimentaciones	1,445,000	1,449,012	1,500,000	triangular
4	Estructura	2,790,000	2,793,569	3,000,000	beta
5	Cubierta	155,000	159,355	162,000	beta
6	Paredes	352,000	355,373	358,000	triangular
7	Pisos de hormigón	1,250,000	1,283,495	1,300,000	beta
8	Adoquín parqueaderos	260,000	266,795	275,000	triangular
9	Cisterna	580,000	585,121	590,000	triangular
10	Sistema agua potable	20,000	23,918	27,000	uniforme
11	Sistema mecánico	500,000	556,336	600,000	uniforme
12	Sistema eléctrico	500,000	505,291	550,000	uniforme
13	Sistema sanitario	75,000	79,916	82,000	triangular
14	Acabados	180,000	183,396	188,000	uniforme

Figura 57 Tabla de cálculo Montecarlo- Costos

Fuente: Industrial BIM

bins	PDF(x)	CDF(x)
5,903,741	0.00	0.00
5,918,555	0.02	0.02
5,933,369	0.09	0.11
5,948,183	0.11	0.22
5,962,997	0.12	0.34
5,977,811	0.11	0.44
5,992,625	0.10	0.54
6,007,439	0.08	0.62
6,022,253	0.07	0.69
6,037,067	0.06	0.75
6,051,881	0.05	0.81
6,066,695	0.05	0.85
6,081,509	0.04	0.89
6,096,323	0.03	0.92
6,111,137	0.02	0.95
6,125,951	0.02	0.96
6,140,765	0.01	0.98
6,155,579	0.01	0.99
6,170,393	0.01	0.99
6,185,207	0.00	1.00
6,200,021	0.00	1.00
6,214,835	0.00	1.00
6,229,649	0.00	1.00

Figura 58 Matriz de resultados probabilísticos- Costos

Fuente: Industrial BIM

7.2.3 Análisis de Montecarlo, Alternativa Columnas metálicas y pavimento asfáltico.

Columnas metálicas

TABLA DE CALCULO MONTECARLO - DURACIONES

	ENTREGABLES / PAQUETES DE TRABAJO / ACTIVIDADES	DURACION			MODELO	CRITICA
		OPTIMISTA	MAS DESEABLE	PESIMISTA		
1	Obras preliminares	3	5	10	uniforme	
2	Movimiento de tierras	3	5	4	uniforme	
3	Cimentaciones	18	20	30	beta	1
4	Estructura	35	37	50	beta	1
5	Cubierta	8	10	30	triangular	1
6	Paredes	20	25	30	uniforme	
7	Pisos de hormigón	24	29	34	triangular	1
8	Asfalto parqueaderos	20	28	45	triangular	
9	Cisterna	12	16	25	triangular	
10	Sistema agua potable	20	26	30	uniforme	
11	Sistema mecánico	18	19	25	triangular	
12	Sistema eléctrico	20	25	28	uniforme	
13	Sistema sanitario	15	20	24	triangular	
14	Acabados	18	20	30	uniforme	

Figura 61 Tabla de cálculo Montecarlo- Duraciones
Fuente: Industrial BIM

bins	PDF(x)	CDF(x)
85	0.00	0.00
88	0.04	0.04
91	0.07	0.11
94	0.09	0.20
97	0.10	0.29
100	0.10	0.40
103	0.09	0.49
106	0.09	0.58
109	0.09	0.67
112	0.07	0.74
115	0.06	0.80
118	0.05	0.86
121	0.04	0.90
124	0.03	0.93
127	0.03	0.96
130	0.02	0.98
133	0.01	0.99
136	0.01	1.00
139	0.00	1.00
142	0.00	1.00
145	0.00	1.00

Figura 62 Matriz de resultados probabilísticos- Duraciones
Fuente: Industrial BIM

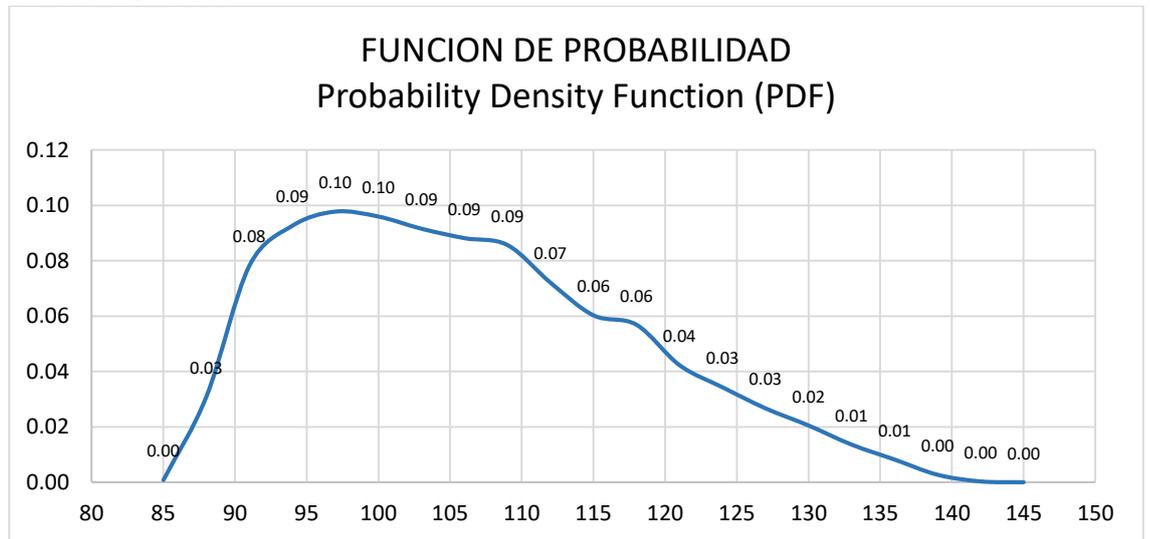


Figura 63 Probabilidad - Duraciones
Fuente: Industrial BIM

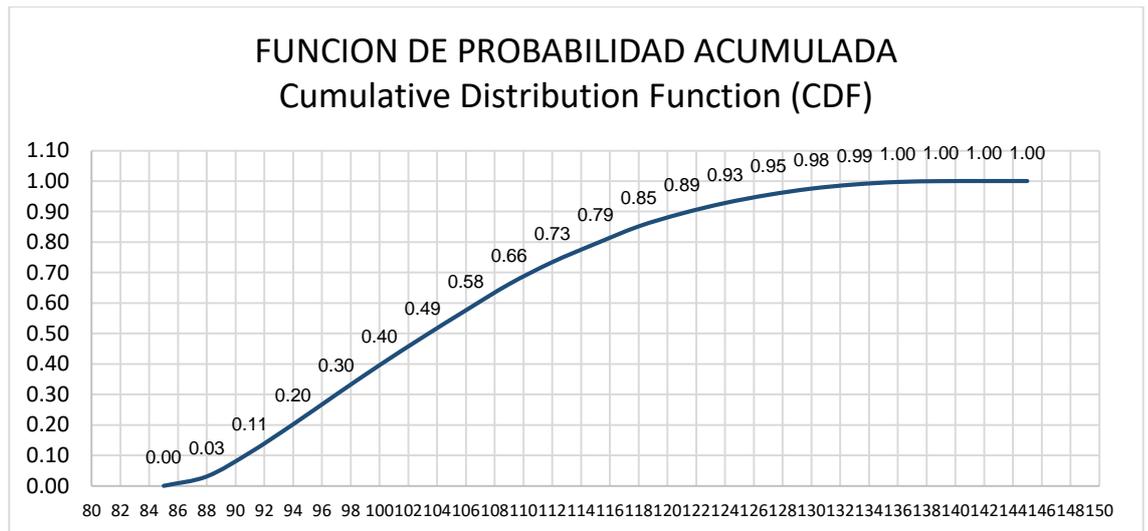


Figura 64 Probabilidad Acumulada – Duraciones
Fuente: Industrial BIM

El ensayo de Montecarlo con columnas metálicas y pavimento asfáltico en parqueaderos determina que se cumple en el 58% la duración deseada de 105 días, y con la certeza del 96% se realizará en 127 días, es decir una variación de 22 días

Columnas metálicas

TABLA DE CALCULO MONTECARLO - COSTOS

	COSTOS			MODELO
	OPTIMISTA	MAS DESEABLE	PESIMISTA	
1 Obras preliminares	50,000	53,936	55,000	uniforme
2 Movimiento de tierras	30,000	31,348	35,000	uniforme
3 Cimentaciones	1,445,000	1,449,012	1,500,000	triangular
4 Estructura	2,790,000	3,019,583	3,000,000	beta
5 Cubierta	155,000	159,355	162,000	beta
6 Paredes	352,000	355,373	358,000	triangular
7 Pisos de hormigón	1,250,000	1,283,495	1,300,000	beta
8 Asfalto parqueaderos	260,000	274,408	275,000	triangular
9 Cisterna	580,000	585,121	590,000	triangular
10 Sistema agua potable	20,000	23,918	27,000	uniforme
11 Sistema mecánico	500,000	556,336	600,000	uniforme
12 Sistema eléctrico	500,000	505,291	550,000	uniforme
13 Sistema sanitario	75,000	79,916	82,000	triangular
14 Acabados	180,000	183,396	188,000	uniforme

Figura 65 Tabla de cálculo Montecarlo- Costos
Fuente: Industrial BIM

bins	PDF(x)	CDF(x)
5,909,728	0.00	0.00
5,925,269	0.00	0.00
5,940,810	0.00	0.00
5,956,351	0.00	0.01
5,971,892	0.00	0.01
5,987,433	0.01	0.02
6,002,974	0.01	0.03
6,018,515	0.01	0.04
6,034,056	0.02	0.05
6,049,597	0.02	0.07
6,065,138	0.02	0.10
6,080,679	0.03	0.12
6,096,220	0.04	0.16
6,111,761	0.04	0.20
6,127,302	0.05	0.25
6,142,843	0.07	0.33
6,158,384	0.09	0.42
6,173,925	0.13	0.55
6,189,466	0.16	0.71
6,205,007	0.16	0.87
6,220,548	0.10	0.97
6,236,089	0.00	0.97
6,251,630	0.00	0.97

Figura 66 Matriz de resultados probabilísticos- Costos
Fuente: Industrial BIM

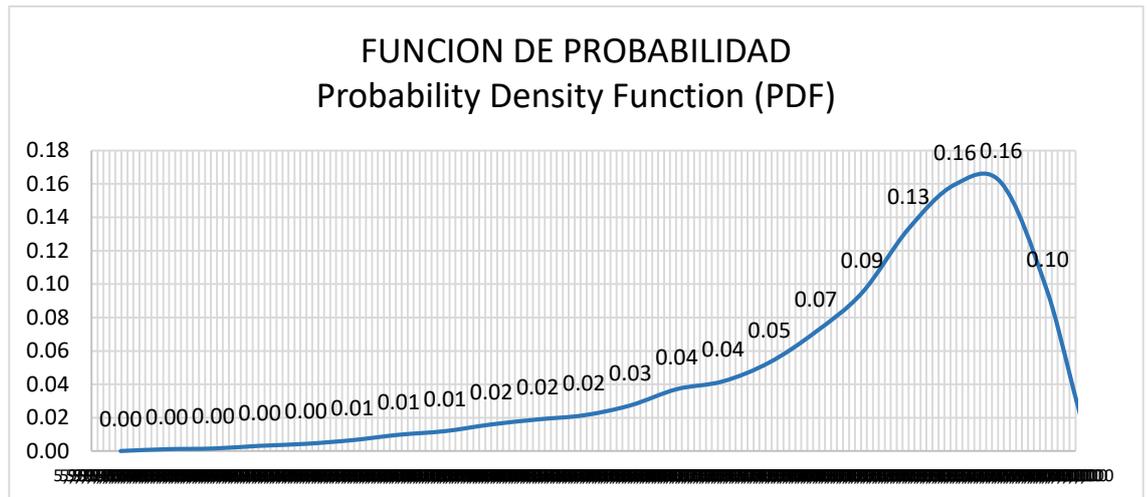


Figura 67 Probabilidad - Costos
Fuente: Industrial BIM

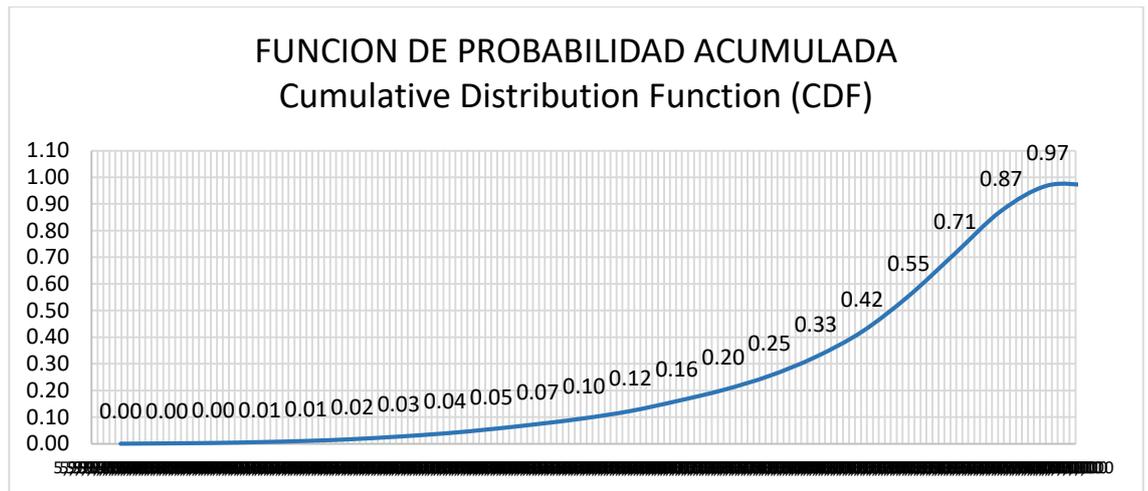


Figura 68 Probabilidad Acumulada- Costos
Fuente: Industrial BIM

En base a los datos de “Costos” de la simulación Montecarlo se concluye que del 96% se tiene comprometido un presupuesto de 6.142.843 USD, del coste estimado de 8.538.899 USD

Capítulo 8: Conclusiones y Recomendaciones

8.1 Conclusiones

8.1.1 Conclusiones generales

A través de la metodología BIM, se obtuvo resultados de comparativas de sistemas, se analizó la implicación de la toma de las distintas soluciones o métodos constructivos y como esto afecta en el tiempo y costo del proyecto, por lo que se concluye que es una herramienta muy acertada para reducir el factor de riesgo con respecto a las técnicas tradicionales de planificación.

Es de gran utilidad la metodología BIM, ya que en base a un sistema organizado de procesos permite tener grandes resultados, y permite realizar en cualquier región del país y del mundo el análisis completo del ciclo de vida del proyecto, genera diversas soluciones con distintos resultados en base a varios planteamientos, lo que implica ganancia en el desarrollo de la planificación y ajuste del proyecto.

- Modelo Coordinado (Interferencias)

Las colisiones detectadas entre las disciplinas involucradas reflejaron los posibles problemas a presentarse durante la etapa de ejecución del ciclo de vida de un proyecto, lo que representa la afectación en el cronograma y costos implicados para su resolución.

A través del modelo federado se detectó potenciales interferencias entre las disciplinas de arquitectura, estructuras y mep, las cuales fueron analizadas y resueltas durante la etapa de modelado, esto evitó el sobre costo y retraso en el cronograma planificado del proyecto.

La coordinación entre disciplinas permite una mejor gestión de información y minimizar los errores en la planificación de cronograma y costos del proyecto, resultando en una planificación más precisa y veraz.

- Simulación Constructiva (4D)

La simulación de la fase constructiva en el software Navisworks facilita la detección de colisiones y definición de las etapas críticas que conllevan a conflictos de interferencias.

- Costos o presupuestos de Arquitectura y estructura (5D)

Con la implementación BIM en el proyecto ALMACÉN INDUSTRIAL se logra obtener el presupuesto general de la construcción con una certeza del 90% a lo realmente a ejecutarse en obra. Este avance se realiza con el uso de los software BIM como Presto, que además de entregarnos un presupuesto nos ayuda con los: flujos de caja, asignación de recursos e informes detallados por fases constructivas del proyecto en las disciplinas de Arquitectura y Estructura.

obteniéndose adicional del costo de la construcción la optimización de recursos que está vinculado de forma directa con el tiempo y metodologías de ejecución.

- Comparativas y resultados justificados

La metodología BIM permite una vez determinado los presupuesto del Almacén Industrial comparar los sistemas constructivos con diferentes propuestas estructurales como son:

Modelo estructural: construcción del almacén industrial con columnas en hormigón con cerchas y columnas metálicas con cerchas. Esta comparativa se la realiza una vez concluido el 1er modelo al 100% en un tiempo de ejecución 2 días incluido planos, presupuesto y cronograma. siendo desarrollado en un tiempo mínimo a comparación de la metodología tradicional NO BIM gracias a la versatilidad, parámetros y nivel de información establecida en el primer modelo.

Esto nos refleja un sustancial ahorro en la etapa de diseño y planificación de tiempo, costos y recursos.

8.1.2 Conclusión Rol Líder Estructuras

El trabajo del modelado 3D se ha vuelto coordinado y se desarrolló en colaboración y comunicación directa con el coordinador BIM

La información integrada al modelo aporta a la ejecución y creación de los distintos métodos constructivos.

La definición del presupuesto de la primera alternativa con columnas de hormigón y pavimento semirrígido (adoquín) evidencia un costo menor a la alternativa de columnas metálicas y pavimento flexible (asfalto), con un 3.5% de diferencia

La comparativa de materiales arranca con el rediseño de los perfiles a utilizarse el cual ha sido trabajado por el consultor, quien determinó las secciones para implementarlas en el modelo a ejecutarse.

Los presupuestos resultantes de los distintos materiales revelan la implicación en costos y tiempos de ejecución de las metodologías utilizadas en el almacén industrial.

El trabajo del modelado 3D se ha vuelto coordinado y se desarrolló en colaboración y comunicación directa con el coordinador BIM

Los flujos de trabajo determinados para la disciplina permitieron llevar los procesos adecuados para la toma de decisiones en cumplimiento de los objetivos de la disciplina estructural.

La metodología BIM en la etapa de diseño (modelado) evidencia un ahorro en tiempo a comparación del modelo tradicional. Ejemplo elaboración de modelos

comparativo con elemento columnas metálicas: tiempo ejecución 1 semana, diseño tradicional 3 semanas.

La comparativa de presupuestos 5D de columnas de hormigón vs columnas metálicas revelan un valor significativo de diferencia presumiendo una hipótesis de ser más costoso construir en estructura metálica.

La comparativa de tiempo 4D determina que el modelo con columnas metálicas tiene una finalización de 15 días antes del modelo con columnas de hormigón, tiempo en el cual el almacén industrial puede entrar en funcionamiento y percibir ingreso que justifiquen su costo.

El modelo estructural permite la interoperabilidad con las otras disciplinas incluyendo un lenguaje común a través de la coordinación.

Para la implementación de la metodología BIM en cualquier proyecto de construcción es indispensable contar con las licencias y accesos a las plataformas digitales del entorno común de datos (ACC) ya que al ser el cerebro de la metodología se convierte en un riesgo de gran impacto decisivo en el éxito del proyecto.

8.2 Recomendaciones

Se recomendaría la utilización de la Metodología BIM, como práctica común en el desarrollo de los proyectos de construcción industrial macros.

Para la Implementación BIM donde su cerebro es el entorno común de datos a través de cualquier plataforma digital es primordial que se cuente con las licencias por el 100% del tiempo que se desarrolle todo el proyecto.

Se debería generalizar la propuesta del desarrollo BIM a escala nacional, en el ámbito público como privado donde se vaya haciendo común la práctica y ejecución, es muy importante generalizar las bondades que permite la aplicación de esta metodología.

Capítulo 9: Referencias

BuildingSMART (2021). Guía Introducción a la ISO 19650 - España.

<https://www.buildingsmart.es/recursos/en-iso-19650>

Metodología Básica de Gestión de Proyectos - PCManagement. (n.d.).

https://www.pcmangement.es/editorial/Managem_powpoin/MetodologiadeGestiondeProyectos.pdf

Muñoz, E. (2022, October 13). Flujos de trabajo para la gerencia de proyectos BIM, Ciclo de vida BIM

Muñoz, E. (2022, October 13). Flujos de trabajo para la gerencia de proyectos BIM, Organización, procesos y etapas

Project Management Institute. (2017). *A guide to the Project Management Body of Knowledge: (PMBOK Guide) (Sixth Edition)*. Project Management Institute.

The British Standards Institution (2023). *ISO 19650 BIM Building Information Modelling*. Madrid, España.

[https://www.bsigroup.com/es-ES/iso-](https://www.bsigroup.com/es-ES/iso-19650/#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20la%20norma%20ISO,BIM%20o%20Building%20Information%20Modelling)

[19650/#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20la%20norma%20ISO,BIM%20o%20Building%20Information%20Modelling](https://www.bsigroup.com/es-ES/iso-19650/#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20la%20norma%20ISO,BIM%20o%20Building%20Information%20Modelling)).

Es.BIM (2017). Definición de Roles en procesos BIM, www.esbim.es