



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

**“ APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN LAS ETAPAS DE
DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE LA CLÍNICA DE
ESPECIALIDADES ROL COORDINADOR BIM”**

Francisco Javier Racines Yaselga

Quito, agosto del 2023

DECLARACIÓN JURAMENTADA

Yo, Francisco Javier Racines Yaselga, con cédula de identidad # 172062370-9, 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, agosto de 2023

Arq. Francisco Javier Racines Yaselga

Correo electrónico: francisco.racines@uisek.edu.ec

DECLARATORIA

El presente trabajo de investigación titulado:

**“ APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN LAS ETAPAS DE DISEÑO Y
PLANIFICACIÓN DE LA CLÍNICA DE ESPECIALIDADES
ROL COORDINADOR BIM”**

Realizado por:

FRANCISCO JAVIER RACINES YASELGA

como Requisito para la Obtención del Título de:

MAGISTER EN GERENCIA DE PROYECTOS BIM

ha sido dirigido por el profesor

ARQ. VIOLETA RANGEL

Quien considera que constituye un trabajo original de su autor

FIRMA

**“APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN LAS ETAPAS DE DISEÑO Y
PLANIFICACIÓN DE LA CLÍNICA DE ESPECIALIDADES**

ROL COORDINADOR BIM”

Por

Francisco Javier Racines Yaselga

Agosto 2023

Aprobado:

Violeta, C, Rangel, R, Tutor

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

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

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

Aceptado y Firmado: _____ día, mes, año

Primer Nombre, Inicial, Primer Apellido, Inicial.

Aceptado y Firmado: _____ día, mes, año

Primer Nombre, Inicial, Primer Apellido, Inicial.

Aceptado y Firmado: _____ día, mes, año

Primer Nombre, Inicial, Primer Apellido, Inicial.

_____ día, mes, año

Primer Nombre, Inicial, Primer Apellido, Inicial.

Presidente(a) del Tribunal

Universidad Internacional SEK

Dedicatoria

Quiero dedicar este trabajo de titulación a todas las personas que han sido parte de este proceso académico, ya que no habría sido posible culminarlo sin su apoyo y su orientación constante.

En primer lugar, quiero dedicarlo a dos mujeres muy especiales en mi vida, mi Madre que siempre me ha dado su amor incondicional y ha estado pendiente en este camino y a mi novia María Fernanda que ha sido la mujer que me ha inspirado a seguir esta maestría, a desarrollarme profesionalmente y a seguir cumpliendo metas.

Finalmente, dedico este trabajo de titulación a mí mismo, como un recordatorio de que la perseverancia y la dedicación pueden superar cualquier obstáculo.

Agradecimiento

Quiero agradecer primeramente a Dios por la oportunidad que me da de seguir preparándome profesionalmente y seguir su voluntad. A mi familia por inculcarme el deseo de seguir creciendo y desarrollándome profesionalmente, a mis compañeros de titulación por su amistad y toda la experiencia que me supieron transmitirme y finalmente a mis profesores, por enseñarme y guiarme en este nuevo desafío a través de su sabiduría.

En este momento de culminación, quiero reiterar mi gratitud a todos los que han formado parte de mi trayectoria académica. Este logro no es solo mío, sino de todos nosotros, y lo dedico con profundo agradecimiento y humildad.

Resumen

Los procesos tradicionales de gestión y seguimiento en un proyecto que carece de una integración colaborativa, generan con mayor facilidad la aparición de retrasos, errores, retrabajo e irregularidades en contraste con lo planificado originalmente. En el país, a pesar de que muchos profesionales del campo han optado por mejorar sus procesos de gestión, se sigue manejando procesos obsoletos tradicionales que carecen de una eficiente integración de la información.

Es por esto que el presente trabajo de titulación busca incentivar el uso y aplicación de la metodología BIM (*“Building Modelling Information”*), en lugar de procesos tradicionales en proyectos de construcción. A través de su aplicación se contrasta lo ocurrido en el proceso de diseño y planificación del proyecto *“Clínica de Especialidades”* ubicada en Quito. Basado en el estándar internacional ISO 19650, el cual brinda una guía integral del manejo de la información en un proyecto mediante la metodología BIM, se busca satisfacer los requerimientos del cliente (EIR) identificando los objetivos con relación al tiempo, costos y alcance del proyecto en mención.

Además, se profundiza el rol de Coordinador BIM dentro de la estructura organizacional de una empresa que implementa metodología BIM en proyectos, desempeñando un papel clave en la planificación, ejecución y seguimiento de la metodología BIM, asegurando que se optimice el uso a través de una coordinación colaborativa.

Palabras clave: BIM, EIR, ROL, COORDINADOR BIM, ISO 19650.

Abstract

The traditional management and follow-up processes in a project that lacks a collaborative integration, generate more easily the appearance of delays, errors, rework and irregularities in contrast to what was originally planned. In the country, although many professionals in the field have opted to improve their management processes, they continue to manage traditional obsolete processes that lack an efficient integration of information.

This is the reason why this degree work seeks to encourage the use and application of the BIM methodology ("Building Modelling Information"), instead of traditional processes in construction projects. Through its application we contrast what happened in the design and planning process of the project "Specialties Clinic" located in Quito. Based on the international standard ISO 19650, which provides a comprehensive guide to the management of information in a project through the BIM methodology, it seeks to meet the requirements of the client (EIR) by identifying the objectives in relation to time, costs and scope of the project in question.

In addition, the role of the BIM Coordinator within the organizational structure of a company that implements BIM methodology in projects, playing a key role in the planning, execution and monitoring of the BIM methodology, ensuring that the use is optimized through a collaborative coordination.

Keywords: BIM, EIR, ROLE, BIM CORDINATOR, ISO 19650.

Tabla de contenido

Lista de Tablas	XV
Lista de Gráficos.....	XVIII
Capítulo 1: Objetivos Académicos.....	1
1.1 Introducción.....	1
1.2 Objetivos Generales del Trabajo Académico.....	2
1.3 Objetivos Específicos del Trabajo Académico	2
Capítulo 2: Descripción del proyecto.....	3
2.1 Introducción.....	3
2.2 Antecedentes.....	3
2.3 Descripción del proyecto	4
Capítulo 3: Metodología BIM.....	5
3.1 Introducción.....	5
3.2 Marco Teórico Metodología BIM, Norma ISO 19650	6
3.2.1 Definición Metodología BIM.....	6
3.2.2 Normativa Metodología BIM ISO 19650	7
3.2.3 Ventajas de la Metodología BIM.....	7
3.2.4 Roles y Estructura Organizacional.....	8
3.2.5 Esquema general del desarrollo de la información	9

3.2.6	EIR: Intercambio de los Requerimientos de Información.....	10
3.2.7	BEP: Plan de Ejecución BIM.....	11
3.2.8	Flujos de Trabajo.....	12
3.2.9	CDE: Entorno Común de Datos.....	12
3.2.10	Gestión de Calidad.....	14
3.2.11	Interoperabilidad - Formatos Abiertos.....	15
3.3	Fundamentos de la norma ISO 19650.....	16
3.4	Importancia de la metodología BIM en la industria de la construcción	17
3.5	Importancia de la Implementación BIM en el Proyecto.....	19
3.5.1	Solución de Colisiones e Interferencias.....	19
3.5.2	Gestión y estructuración de la información.....	20
3.5.3	Optimización en la entrega de información.....	21
Capítulo 4:	EIR.....	21
4.1	Introducción.....	21
4.2	Situación del proyecto.....	22
4.3	EIR- Requisitos de información del cliente.....	22
4.3.1	Desarrollo del EIR.....	22
4.3.2	Equipo de trabajo.....	22
4.3.3	Descripción del proyecto.....	23
4.3.4	Integrantes y Roles.....	24
4.3.5	Objetivo general.....	24
4.3.6	Objetivos Específicos.....	25

4.3.7	Usos BIM	26
4.3.8	Plan de entrega de información (IDP).....	26
4.3.9	Plantilla de proyecto BIM	26
4.3.10	Niveles de detalle (LOD)	27
4.3.11	Niveles de información (LOI).....	28
4.3.12	Plantillas de biblioteca de objetos BIM	29
4.3.13	Protocolo de intercambio de información de construcción.....	30
4.3.14	Protocolo de gestión de la información de la construcción (CIMP)	32
4.3.15	Requisitos de responsabilidad.....	35
4.3.16	Requisitos.....	35
4.3.17	Responsabilidades	35
4.3.18	Protocolo de coordinación BIM.....	37
4.3.19	Estándares de calidad	38
4.3.20	Planificación del proyecto.....	39
4.3.21	Monitoreo y medición	40
4.3.22	Softwares a utilizar.....	41
4.3.23	Entregables.....	42
4.3.24	Conclusiones	42
4.3.25	Firmas de compromiso	45
Capítulo 5:	BEP	46
5.1	Plan de ejecución BIM Medical Project	46
5.1.1	Introducción	47

5.2	Información del proyecto.....	47
5.2.1	Datos del proyecto.....	47
5.2.2	Cronograma de trabajo.....	47
5.3	Información clave del proyecto	72
5.3.1	Contactos.....	72
5.3.2	Detalle contractual	72
5.4	Objetivos BIM del proyecto.....	73
5.4.1	Objetivos generales BEP.....	73
5.4.2	Objetivos BIM estratégicos.....	73
5.5	Usos BIM.....	74
5.5.1	División de modelos.....	74
5.5.2	Usos del modelo.....	75
5.5.3	Tabla de usos BIM	76
5.5.4	Análisis de usos BIM	77
5.5.5	Capacidades requeridas para usos BIM	77
5.6	Funciones y personal de la organización	80
5.6.1	Organigrama Medical BIM.....	80
5.6.2	Capacidades del Equipo	81
5.6.3	Roles y Responsabilidades.....	82
5.7	Diseño de procesos BIM.....	86
5.8	Intercambio de información BIM	88
5.8.2	Modelos BIM	91

5.8.3	Cronograma y presupuesto.....	92
5.8.4	Planos Constructivos.....	92
5.9	Control de calidad del modelo	92
5.9.1	Revisiones del modelo	93
5.10	Necesidades de infraestructura tecnológica	96
5.10.1	Hardware	96
5.10.2	Software	97
5.10.3	Entorno común de datos (CDE).....	97
5.11	Estructura del modelo.....	98
5.11.1	Estructura de nombres de archivo	98
5.11.2	Coordenadas del proyecto	99
5.11.3	Estándares del modelo.....	100
5.12	Entregables del proyecto	101
5.13	Estrategias de entregables	102
Capítulo 6:	Detalle del Rol.....	102
6.1	Introducción	102
6.2	Perfil del Coordinador BIM.....	103
6.3	Objetivos del Rol de Coordinador BIM.....	103
6.3.1	Objetivo General	104
6.3.2	Objetivos Específicos.....	104
6.4	Etapas Iniciales del Proyecto	104
6.4.1	Definición de Objetivos	105

6.5	Desarrollo del Plan BIM	105
6.6	Responsabilidades del Coordinador BIM	107
6.7	Coordinación y Colaboración Inicial	109
6.7.1	Comprensión del Proyecto	109
6.8	Configuración del Entorno Común de Datos (CDE)	110
6.8.1	Manejo del Entorno Común de Datos	110
6.9	Establecimiento de Estándares	111
6.9.1	Plantillas	111
6.9.2	Protocolo de Diseño	112
6.10	Flujo de Trabajo	113
6.11	Gestión de la Comunicación	115
6.11.1	Canales de Comunicación	115
6.12	Documentación Inicial para el Desarrollo del Proyecto	116
6.13	Coordinación Multidisciplinar	116
6.13.1	Modelo Federado	117
6.14	Gestión de Interferencias	118
6.14.1	Tipos de Interferencias	119
6.15	Protocolo de Interferencias	120
6.15.1	Matriz de Interferencias	120
6.15.2	Hitos de la Coordinación	124
6.16	Análisis de Interferencias	126
6.17	Estrategias para la Gestión de Interferencias	126

6.17.1	Detección de Conflictos	127
6.17.2	Priorización y Análisis	127
6.17.3	Desarrollo de Soluciones.....	128
6.17.4	Implementación de Soluciones	129
6.17.5	Seguimiento y Revisión	129
6.18	Aporte de la Coordinación BIM en Proyectos	130
6.19	Conclusiones del Rol.....	131
Capítulo 7: Conclusiones y Recomendaciones		132
7.1	Conclusiones.....	132
7.2	Recomendaciones	133
Capítulo 8: Referencias Bibliográficas		134
Capítulo 9: Anexos.....		138

Lista de Tablas

Tabla 1. Tabla de Abreviatura	XIX
Tabla 2. Descripción del Proyecto	23
Tabla 3. Integrantes y Roles del Proyecto.....	24
Tabla 4. Plan de Entrega de Información (IDP).....	26
Tabla 5. Niveles de Detalle (LOD)	28
Tabla 6. Niveles de Información (LOI)	29
Tabla 7. Modelos a Entregar	30
Tabla 8. Nomenclatura Según Norma ISO 19650	31
Tabla 9. Formato de Entrega.....	31
Tabla 10. Control de la Calidad	31
Tabla 11. Estructura de Carpetas.....	35
Tabla 12. Requisitos de Conocimiento del Equipo.....	35
Tabla 13. Responsabilidades de los Roles del Equipo Técnico.....	37
Tabla 14. Softwares a utilizar por el Equipo Técnico	41
Tabla 15. Entregables del Proyecto.....	42
Tabla 16. Datos del Proyectos.....	48
Tabla 17. Cronograma de Trabajo Proyecto Clínica de Especialidades	47
Tabla 18. Contactos del Equipo Técnico	72
Tabla 19. Detalles Contractuales	72
Tabla 20. División de Modelos, Usos BIM y Responsables.....	74
Tabla 21. Usos del modelo – Descripción	76
Tabla 22. Tabla de Usos BIM	76

Tabla 23. Análisis de usos BIM	77
Tabla 24. Capacidades del equipo.....	82
Tabla 25. Responsabilidades BIM Manager	83
Tabla 26. Responsabilidades Coordinador BIM	84
Tabla 27. Responsabilidades Líder de Arquitectura	84
Tabla 28. Responsabilidades Líder de Estructura	85
Tabla 29. Responsabilidades Líder MEP.....	85
Tabla 30. Estructura de Carpetas para Organizar y Almacenar la Información..	90
Tabla 31. Intercambio de Información – Modelos BIM	90
Tabla 32. Modelos a Entregar	91
Tabla 33. Intercambio de Información – Cronograma y Presupuesto	92
Tabla 34. Intercambio de Información – Planos Constructivos.....	92
Tabla 35. Control de Calidad Modelos	93
Tabla 36. Revisiones de los Modelos.....	94
Tabla 37. Revisión General.....	94
Tabla 38. Revisión del Diseño	95
Tabla 39. Revisión de Modelos.....	95
Tabla 40. Revisión MEP	95
Tabla 41. Hardware a utilizar por el Equipo	96
Tabla 42. Softwares a utilizar por el Equipo.....	97
Tabla 43. Entorno Común de Datos (CDE) - Plataforma ACC	98
Tabla 44. Estructura de nombres de Archivos	99
Tabla 45. Ejemplo de nombramiento de Modelos	99
Tabla 46. Coordenadas del Proyecto.....	99
Tabla 47. Estándares de Modelado	100

Tabla 48. Entregables del Proyecto.....	101
Tabla 49. Estrategias de Entregables	102
Tabla 50. <i>Categorías Plan de Ejecución BIM</i>	106
Tabla 51. Parámetros de Plantillas	112
Tabla 52. Prioridades para resolución de Conflictos	122
Tabla 53. Matriz General de Coordinación.....	123
Tabla 54. Matriz de Interferencias	124
Tabla 55. Hitos de Coordinación	126
Tabla 56. Eficiencias de las Coordinación BIM en Proyectos.....	130
Tabla 57. Anexos de Coordinación	138

Lista de Gráficos

Gráfico 1. Flujo General del Manejo de la Información.....	9
Gráfico 2. Requerimientos de Entrada.....	10
Gráfico 3. Países en los que actualmente se exige la implementación de la metodología BIM.....	19
Gráfico 4. Línea de Tiempo del Desarrollo del EIR.....	22
Gráfico 5. Firmas de compromiso Medical BIM.....	45
Gráfico 6. Portada BEP – Medical BIM.....	46
Gráfico 7. Organigrama Medical BIM.....	80
Gráfico 8. Flujo de la Gestión BIM.....	86
Gráfico 9. Flujo de Configuración Inicial del Proyecto.....	87
Gráfico 10. Flujo de Gestión de la Coordinación Multidisciplinar.....	88
Gráfico 11. Flujo de Gestión de Interferencias y Auditoría de Modelos.....	88
Gráfico 12. Estructura Organizacional con enfoque de Coordinación.....	107
Gráfico 13. Protocolo de Diseño.....	113
Gráfico 14. Estructura del Flujo de Procesos.....	114
Gráfico 15. Integración del Modelo Federado.....	118
Gráfico 16. Colisiones Duras.....	119
Gráfico 17. Colisiones Blandas.....	120
Gráfico 18. Estructura de Jerarquía Disciplinar.....	121
Gráfico 19. Análisis de Interferencias Hito 1.....	127
Gráfico 20. Resultados de Análisis de Interferencias Hito 1.....	128
Gráfico 21. Asignación de responsables para Conflictos.....	128

Siglas	Español	Ingles
3D	Modelado tridimensional	Three dimensional
4D	Gestión de la programación	Schedule Management
5D	Gestión de la información económica	Management of economic information
BIM	Modelo de información de la construcción	Building Information Model
EIR	Requerimientos de información BIM del cliente	Employer's information requirement
BEP	Plan de ejecución BIM	BIM Execution Plan
OIR	Requisito de información organizacional	Organizational information requirement
AIR	Requisito de información organizacional	Organizational information requirement
PIR	Requisito de información del proyecto	Project information requirement
PIM	Modelo de Información del Proyecto	Project Information Model
AIM	Modelo de Información de los Activos	Asset Information Model
MEP	Sistema Mecánico, eléctrico y de plomería	Mechanical, electrical and plumbing
CAD	Diseño asistido por ordenador	Desing assisted by computer
CDE	Entorno común de datos	Common data environment
EDT	Estructura de desglose de trabajo	Work breakdown structure
RVT	Revit	Revit
ACC	Nube de construcción de Autodesk	Autodesk Construction Cloud
NWD	Naviswork	Naviswork
IFC	Formato de fichero estándar para el intercambio de información y la interoperabilidad de modelos BIM	Industry Foundation Classes
LOD	Nivel de detalle	Level of detail
LOI	Nivel de Información	Level of information
LOIN	Nivel de Información Necesaria	Level of Information Need
PDF	Formato de documentos portátiles	Portable Documento Format

Tabla 1. Tabla de Abreviatura
Elaborado por: Autor, 2023

Capítulo 1: Objetivos Académicos

1.1 Introducción

La innovación, optimización y calidad son los pilares fundamentales de todo proyecto de construcción. A medida que el mundo de la construcción se vuelve más competitivo, desarrollar proyectos de calidad cumpliendo costos y tiempos de planificación se torna indispensable. Es por esto que hoy en día la digitalización, automatización y una adecuada gestión de la información son indispensables para la ejecución integral de un proyecto exitoso, donde todos estos aspectos los abarca la metodología BIM.

El modelado de la información de la construcción o mejor conocido como BIM (Building Information Modelling), por sus siglas en inglés, es la gestión y uso de un modelo de información de un proyecto de construcción, a través de representaciones digitales compartidas con el objetivo de proporcionar una base sustentable para la toma de decisiones en los procesos de diseño, construcción y operación. (Building SMART Spain, 2021)

El presente trabajo demuestra la aplicación de la metodología BIM para el desarrollo del proyecto “*Clinica de Especialidades*”, mediante un trabajo colaborativo y a través de la gestión de la información entre las diferentes disciplinas involucradas.

1.2 Objetivos Generales del Trabajo Académico

Evaluar la eficiencia en el desarrollo del proyecto de la “*Clinica de Especialidades*” al implementar Metodología BIM para comparar con el método tradicional, tanto en las fases de diseño como de la planificación del proyecto.

1.3 Objetivos Específicos del Trabajo Académico

- Desarrollar el plan de ejecución de BIM y cumplir las fases de planificación establecidas en el mismo.
- Gestionar la información de diseño y modelado de la infraestructura, de acuerdo a las condiciones existentes, en las disciplinas de Estructura y Arquitectura de la “*Clinica de Especialidades*” en un nivel de detalle LOD 200, garantizando su calidad y precisión.
- Gestionar la información de diseño y modelado de la infraestructura, de acuerdo a las condiciones existentes, en las disciplinas de Estructura, Arquitectura y MEPs del nivel N+4.00m (planta de quirófanos) de la “*Clinica de Especialidades*” en un nivel de detalle LOD 300, garantizando su calidad y precisión.
- Gestionar la información de diseño y modelado de la infraestructura, de acuerdo a las condiciones existentes, en las disciplinas de Estructura, Arquitectura y MEPs, de ciertas zonas específicas determinadas en el nivel N+4.00m (planta de quirófanos) de la “*Clinica de Especialidades*” en un nivel de detalle LOD 350, garantizando su calidad y precisión.
- Coordinar los modelos auditados de las disciplinas de Estructura, Arquitectura y MEPs, y proponer soluciones a los conflictos encontrados para certificar el modelo federado de la “*Clinica de Especialidades*”.

- Cuantificar los rubros de las disciplinas Estructurales, Arquitectónicas y MEPs, para generar la programación (4D) y calcular el presupuesto (5D) del nivel N+4.00m (planta de quirófanos).
- Desarrollar planos profesionales de las disciplinas de Estructura, Arquitectura y MEPs, del nivel N+4.00m (planta de quirófanos) de la “*Clinica de Especialidades*”.

Capítulo 2: Descripción del proyecto

2.1 Introducción

El éxito de todo proyecto recae en una adecuada planificación y manejo de la información levantada. Por lo que, para alcanzar los objetivos de un proyecto de construcción, es necesario el cumplimiento cronológico de las tareas previamente establecidas en un plan de ejecución, que garantice el correcto funcionamiento de todo el ciclo de vida del mismo.

En el presente trabajo de titulación se implementó la metodología BIM en las etapas de planificación y diseño del proyecto “*Clinica de Especialidades*”, con el objetivo de contrastar los resultados obtenidos en el modelado tridimensional y en el presupuesto y programación contra el método tradicional. En el siguiente capítulo se presenta una descripción global del proyecto.

2.2 Antecedentes

La empresa “*Medical BIM*” desarrolló el modelo 3D, programación 4D y presupuesto 5D bajo la aplicación de la metodología BIM, para lo que conformó un grupo de 4 profesionales que, según sus habilidades y destrezas, fueron asignados un rol específico y a su vez los alcances pertenecientes a su rol. Fueron asignados por el Gerente BIM, Arq. Kevin Romero de la siguiente manera: Coordinador BIM, Arq. Francisco

Racines, Líder de arquitectura, Arq. Eduardo Vinueza, Líder estructural, Ing. Jack Vasques, Líder MEP, Arq. Kevin Romero. La empresa ha sido contratada por parte de la Universidad Internacional SEK, por medio del Lcdo. Elmer Muñoz, para desarrollar la gestión BIM del proyecto “*Clínica de Especialidades*”.

La implementación arrancó con la definición de los requerimientos solicitados por el cliente, EIR por sus siglas en inglés (Employer’s Information Requirement), donde se describen las necesidades del cliente y el alcance de las diferentes especialidades. Posteriormente se definió un plan de ejecución BIM, denominado BEP por sus siglas en inglés (BIM Execution Plan), el cual indica cómo se va a elaborar el proyecto, en términos de entregables y planificación de la ejecución.

La concepción inicial del proyecto “*Clínica de Especialidades*” fue desarrollado bajo el método tradicional de planificación y diseño 2D, y se encuentra actualmente en fase de construcción, habiéndose ya completado el 100% de la estructura de hormigón armado. Los documentos base para el arranque de la implementación de la metodología fueron los planos 2D en formato DWG y PDF de las disciplinas Estructurales, Arquitectónicas y MEPs, con los que se inició la fase constructiva.

2.3 Descripción del proyecto

El proyecto “*Clínica de Especialidades*” se encuentra ubicado al nororiente de la ciudad de Quito, en el sector de Monteserrín, en la calle de las Higuierillas E16-254. Se implanta en un lote plano de 1.500 m², tiene una forma regular y un frente de 30.25 m. Las características del clima en este sector son moderadas, con una temperatura media anual de 15.6 °C, humedad relativa del 71%. La precipitación anual bordea los 49.6 mm y la velocidad promedio del viento es de 2 km/h. Por lo tanto, el clima al que se ve sometida la edificación se caracteriza por tener temperaturas moderadas, humedad relativa considerable, baja precipitación y vientos suaves.

El edificio está conformado por cuatro plantas altas con un área aproximada de 800 m² y dos subsuelos, y está planteado como un bloque aislado en el terreno, sin adosamientos. El área bruta de construcción bordea los 5800 m². La planta baja forma un basamento que a medida va incrementando la altura la huella de edificio se va reduciendo para generar una serie de vacíos, en forma de áreas verdes que se anexan a cada piso, brindando una atractiva experiencia para los usuarios al disfrute de estas áreas verdes insertas dentro del edificio.

El proyecto arquitectónico está concebido como una edificación dedicada a brindar servicios de salud especializados, mediante consulta y tratamiento de médicos especialistas en espacios dedicados a consultorios y una clínica de tratamiento clínico-quirúrgico ambulatorio, contando con áreas dedicadas a servicios complementarios propios de la actividad.

Capítulo 3: Metodología BIM

3.1 Introducción

A medida que avanza el tiempo, la competencia en el mundo de la construcción aumenta considerablemente, y requiere que sus usuarios logren una armonía entre la planificación y diseño con la construcción. En Latinoamérica incrementa a un paso acelerado el uso y aceptación de la metodología en el sector público y privado. Lamentablemente, el uso y aplicación de esta metodología varía dependiendo el país. Brasil, México y Chile son los países que implementaron inicialmente la metodología estableciendo normativa para el sector público y privado. También Argentina, Perú y Colombia han decidido involucrarse en el mundo del BIM logrando realizar proyectos de alta envergadura. Por lo que se puede concluir que el panorama regional si bien cada vez

aumenta, es heterogéneo y relativamente nuevo, teniendo a muchas empresas que aplican la metodología hace no más de tres años. (Banco Interamericano de Desarrollo, 2020)

En Ecuador, el panorama es aun reducido. Si bien la metodología BIM cada vez tiene más aceptación, no se dispone de normativa BIM ni pública ni privada para la construcción y diseño de infraestructura. Sin embargo, con el tiempo cada vez incrementa considerablemente el número de empresas que implementan BIM en sus proyectos, como la constructora *Uribe & Schwarzkopf* o la consultora *Hidroplan Cia. Ltda.* (Uribe & Schwarzkopf, s.f.) (Hidroplan Cia. Ltda, 2022)

3.2 Marco Teórico Metodología BIM, Norma ISO 19650

3.2.1 Definición Metodología BIM

El BIM (Building Modelling Information) es una metodología colaborativa que proporciona un enfoque integrado para la gestión de la información de los proyectos de construcción, donde a través de representaciones multidimensionales digitales permite la ejecución integral de un proyecto integrando la información de todas las disciplinas y unificándolas en un modelo federado, con el propósito de mejorar la eficiencia en la construcción, reduciendo costos y tiempos de planificación y construcción. (EN ISO 19650-1. Organización Internacional de Normalización., 2018)

La metodología BIM permite dar un enfoque nuevo a la ejecución de proyectos a lo largo de todo su ciclo de vida, sumando a la ejecución tradicional de un proyecto, la gestión integral de la información del modelo 3D (geométrica), 4D (Programación y tiempos), 5D (Costos), 6D (Enfoque ambiental) y 7D (Mantenimiento), además de procedimientos, definiciones y procesos a seguir para un adecuado manejo y gestión de toda la información. (BuildingSMART Spain, 2022)

3.2.2 Normativa Metodología BIM ISO 19650

El estándar que indica las buenas prácticas para una gestión integral de la información de un proyecto es la serie EN ISO 19650. Esta serie indica definiciones, procesos y guías, tanto para el cliente como el contratista, para el manejo de toda la información de por parte del equipo de un determinado proyecto. (Autodesk University, 2022)

Con el desarrollo de la metodología BIM, se ha vuelto indispensable estandarizar las nomenclaturas de archivos y elementos utilizados en el proyecto. La *BuildingSMART*, asociación sin fines de lucro enfocada en la promoción de estándares sobre BIM, ha publicado un manual llamado “*Manual de Nomenclatura de Documentos al utilizar BIM*”, donde se brinda una guía propuesta para nombrar a través de codificaciones a los archivos y elementos. El propósito de aplicar nomenclatura normalizada dentro de una organización, es el facilitar el entendimiento a los usuarios de dichos archivos con tan solo leer el nombre. (BuildingSmart Spain, 2023)

El OpenBIM brinda un enfoque, impulsado por la BuildingSMART, que busca mejorar la accesibilidad, interoperabilidad, gestión y sostenibilidad de la información de un activo de construcción dentro de la metodología BIM, basado en sistemas de información abiertos. Para esto, OpenBIM elimina el inconveniente de formatos limitados en el manejo de la información, permitiendo trabajar con formatos independientes del proveedor como IFC (*Industry foundation classes*) o BCF (*BIM Collaboration Format*). (BuildingSMART International, 2023)

3.2.3 Ventajas de la Metodología BIM

La principal ventaja, al aplicar la metodología BIM para el desarrollo de un proyecto, es el control integral de la gestión de la información en todas las fases del proceso de ejecución de un proyecto de la industria AEC. Es por esto que el BIM permite

desarrollar procesos de trabajo más eficientes para cumplir con los requerimientos del cliente. (Autodesk, 2023)

La aplicación de la metodología BIM, a través de la optimización de procesos, permite además la reducción de tiempos y alrededor de un 20% de ahorro en el costo final, lo que genera un incremento de la rentabilidad y la calidad del proyecto. (SACYR, 2023)

Otro aspecto fundamental de la metodología BIM, es el análisis y detección de colisiones entre elementos de las diferentes disciplinas, a través de la coordinación multidisciplinar. Conflictos que si no son resueltos en fase de planificación y diseño, pueden llegar a incrementar considerablemente el costo de la obra. (ACCIONA, 2020)

3.2.4 Roles y Estructura Organizacional

Dentro de la metodología BIM, y una vez concebido el proyecto, es imprescindible definir los involucrados, personas o entidades públicas o privadas, que mantienen algún interés directo o indirecto en la ejecución exitosa del proyecto. Dentro de los involucrados, algunos de los interesados del proyecto son el cliente, el promotor y el contratista.

El cliente y el promotor son los encargados de dar inicio al proyecto, aprobar entregables y financiar su ejecución. Por otro lado, el contratista es el encargado de cumplir los objetivos trazados por el cliente formando un equipo de trabajo encargado del diseño, construcción y/o la operación del proyecto conformado por roles BIM. Un Rol BIM es una serie de funciones y responsabilidades específicas encargadas a distintos actores escogidos según sus habilidades y destrezas, en base a capacidades BIM. (Soto, Manriquez , Tala, Sauznabar, & Henriquez, 2022)

A lo largo de todo el ciclo de vida del activo a construir se deben garantizar el cumplimiento de los roles establecidos, teniendo en cuenta que un rol puede ser ejecutado por varias personas y que una persona puede ejecutar varios roles. Los roles primordiales dentro de la metodología BIM son: Dirección BIM, Revisión BIM, Modelación BIM, Coordinación BIM y Gestión BIM. (Planbim, Comité de Transformación Digital, Corfo., 2019)

3.2.5 Esquema general del desarrollo de la información

Para garantizar un adecuado desarrollo de la información es indispensable que toda la información del proyecto a solicitar sea claramente especificada y solicitada por la persona que va a recibir la información a través de grupos de informes de requerimientos de información. Estos requerimientos deben ser revisados, discutidos y condensados en un informe de requerimientos definitivo. (EN ISO 19650-1. Organización Internacional de Normalización., 2018)

El siguiente esquema muestra el flujo general del manejo de la información desde la etapa de requerimiento hasta la autorización:

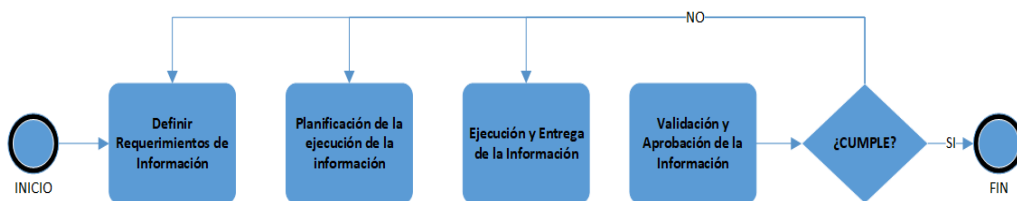


Gráfico 1. Flujo General del Manejo de la Información
Elaborado: (Autor, 2023)

3.2.6 EIR: Intercambio de los Requerimientos de Información

Para aplicar la metodología BIM y cumplir los objetivos del proyecto es indispensable entender la jerarquía y manejo de la información y requerimientos de entrada necesarios, los cuales se detallan en el siguiente esquema:

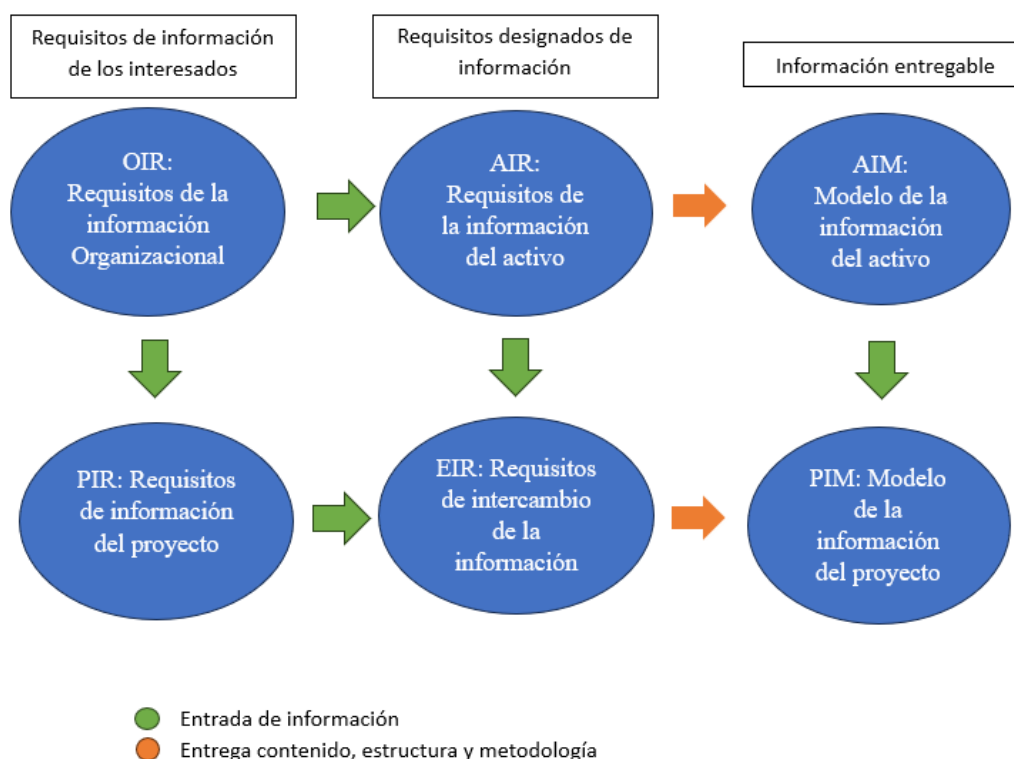


Gráfico 2. Requerimientos de Entrada
Elaborado por: (Autor, 2023)

El documento de requisitos de la información organizacional, por sus siglas inglés OIR (Organizational information requirement), señala la información requerida por la organización para objetivos estratégicos a cumplir y provee una entrada para definir los requisitos de información del proyecto (PIR). Estos documentos a su vez permiten la asignación y posterior cumplimiento de los requisitos de intercambio de información (EIR). (EN ISO 19650-1. Organización Internacional de Normalización., 2018)

El intercambio de los requerimientos de información (EIR, Exchange information requirement) es un documento contractual donde se definen los aspectos solicitados por el cliente. Este documento, que debe ser entregado a los licitantes previo a la preparación de ofertas, contiene: Requisitos de información identificados en el OIR, AIR y PIR; entregables; Niveles de información; Criterios de revisión; Definición de documentos base; cronograma de hitos para los entregables. (EN ISO 19650-1. Organización Internacional de Normalización., 2018)

3.2.7 BEP: Plan de Ejecución BIM

Para aumentar el valor en la industria de la AEC, al momento de cumplir con los objetivos definidos, identificar procesos y gestionar información importante para el proyecto, es indispensable crear y utilizar un plan de ejecución BIM (BEP, BIM Execution Plan). Este documento detalla la forma en la que se realizará la gestión de la información, junto con lineamientos y procesos, con el fin de gestionar adecuadamente la planificación de un proyecto aplicando metodología BIM. (Cekin & Seyis, 2020)

Un Plan de Ejecución BIM se utiliza en las diferentes fases del ciclo de vida de un proyecto, y dependiendo de la organización, puede existir distintos planes para cada fase de ejecución del mismo. (Building SMART Spain, 2021)

El Plan de Ejecución BIM, dentro de la aplicación de la metodología, se origina en la fase licitatoria del proyecto, donde los participantes deben presentar sus propuestas, a través de la generación de un PRE BEP, donde expliquen cómo se espera dar cumplimiento a los requerimientos del cliente. Una vez adjudicado el proyecto, el cliente y el adjudicatario deben definir un BEP definitivo para dar inicio al proyecto, teniendo en cuenta que es un documento que puede ser modificado en el desarrollo del mismo. (Building SMART Spain, 2021)

Un plan de ejecución BIM debe contemplar como mínimo los siguientes aspectos: información básica del proyecto, del equipo y del cliente; descripción de entregables; planificación de estrategias para la gestión de la información y la federación de modelos; asignación de roles y responsabilidades para ejecución de entregables; metodología del desarrollo de la información del proyecto; normativa aplicable y aplicaciones tecnológicas. (Organización Internacional de Normalización. EN ISO 19650-2, 2018)

3.2.8 Flujos de Trabajo

Para aplicar la metodología BIM es indispensable definir flujos de trabajo guía para ejecutar cada uno de los procesos correspondientes. Un flujo de trabajo es una serie de secuencia de actividades necesarias, desde el inicio hasta la finalización, para completar un proceso determinado dentro de la organización. (Moon , 2019)

Con el establecimiento de flujos de trabajo se garantiza que todos los involucrados en los procesos comprendan cómo y en qué secuencia deben ejecutar sus actividades para desarrollar sus entregables, además de entender la ubicación y manejo de archivos de información en el CDE.

3.2.9 CDE: Entorno Común de Datos

El trabajo colaborativo, pilar dentro del mundo de la metodología BIM, se basa en trabajar simultáneamente y gestionar la información de las diferentes disciplinas de un proyecto, a través de los agentes involucrados y bajo un desarrollo y fiel cumplimiento de flujos de trabajo. Para trabajar colaborativamente y teniendo en cuenta que muchos usuarios utilizarán la información del proyecto, es indispensable el manejo de un entorno común de datos (CDE, Common Data Environment).

El Entorno Común de Datos (CDE) es la fuente oficial para el manejo integral, gestionamiento e intercambio de la información referente a un proyecto, dando fiel

cumplimiento los procesos establecidos de manejo de la información. (EN ISO 19650-1. Organización Internacional de Normalización., 2018)

Todos los documentos, modelos tridimensionales y documentos no gráficos deberán ser trabajados, actualizados, publicados y autorizados en el entorno común de datos para el uso de todo el equipo. Éste entorno digital de información centralizada promueve la colaboración, control y fiabilidad de la información, el fácil acceso a la información y la transparencia en la información trabajada. (Autodesk University, 2022)

El CDE está conformado por diferentes carpetas que corresponden a un determinado estado de trabajo referente a las diferentes áreas de un proyecto. La información gestionada y trabajada al momento, debe estar ubicada en la carpeta llamada “*Trabajo en progreso*” (WIP , Work in Progress). Únicamente el equipo de trabajo propietario y desarrollador de la información correspondiente tendrá acceso a la carpeta mencionada. (Building SMART Spain, 2021)

Después de su revisión, según el flujo de trabajo, la información es ubicada por coordinación en la carpeta llamada “Compartido” (Shared State). Su propósito es permitir la consulta de otras disciplinas y el avance colaborativo del desarrollo de información del proyecto. (Building SMART Spain, 2021) Si existen dudas entre las diferentes disciplinas, éste es el estado en el que se debe dar resolución a conflictos de la información intercambiada.

Cuando la información se ha revisado y autorizada por coordinación, la información debe moverse a la carpeta llamada “Publicado” (The Published State). La información contenida en esta carpeta se encuentra autorizada para su uso en diseño, construcción u operación del activo, y es el punto de entrada para la conformación del Modelo de Información del Proyecto (PIM). (Building SMART Spain, 2021)

Finalmente, la carpeta llamada “Archivado” (ARC, Archive State) permite llevar un control a manera de diario del desarrollo del intercambio de información manejada en las fases de publicación y autorización. (Building SMART Spain, 2021)

3.2.10 Gestión de Calidad

A través de la Coordinación Multidisciplinar es posible gestionar integralmente la calidad del modelo de información a realizar, cumpliendo procesos establecidos para garantizar el cumplimiento de los requisitos del cliente, mientras se tiene un monitoreo constante de estándares de calidad para tener una mejora continua. (Coloma & Garcés, 2022)

Gestionar la calidad en un proyecto requiere la realización de cuatro componentes básicos: Planificación, Control, Aseguramiento y mejoramiento continuo de la calidad del modelo de información referente al proyecto, todo esto con el fin de garantizar el cumplimiento de los requerimientos y satisfacer lo solicitado por el cliente. (BIME Initiative., 2019)

Dependiendo de la división de trabajo y el número de adjudicatarios, se precisa que todos los equipos deben certificar y realizar el control de calidad a los modelos de información que se deben entregar, por lo que se debe revisar la precisión y la exactitud del modelo, el tamaño del archivo, posibles problemas de colisiones duras y blandas entre elementos disciplinariamente y multidisciplinariamente y elementos duplicados. (Coloma & Garcés, 2022)

La gestión de la calidad bajo la metodología BIM permite garantizar la exactitud del modelo, la identificación y solución de problemas en etapa de planificación o diseño, evitando re trabajos y sobrepagos en etapas de construcción.

3.2.11 Interoperabilidad - Formatos Abiertos

Los problemas de interoperabilidad en el software utilizado afectan el desarrollo y futuro éxito del proyecto a trabajar. Según el FMI (Fails Management Institute) en conjunto con Plangrid (2018), se concluyó que alrededor del 35% de los profesionales encuestados desperdician alrededor de 14 horas por semana en realizar actividades que afectan a la productividad por inconvenientes de interoperabilidad, al buscar información perdida, corrigiendo conflictos y errores. Por lo que en total en el año 2018, este aspecto le genera a la industria de la AEC en los EE. UU. aproximadamente \$177 mil millones de pérdida por costos laborales. (PlanGrid; FMI, 2018)

Otro de los fuertes de la metodología BIM es el fomento de la interoperabilidad para trabajar colaborativamente con toda la información necesaria de un proyecto de la industria AEC. La interoperabilidad es la facultad que disponen ciertos sistemas, procesos y formatos de archivo para funcionar y trabajar sin inconvenientes ni pérdida de información.(BIMe Initiative., 2019)

Cuando un proyecto es pequeño, es posible trabajar con el concepto de uso BIM nativo, donde todos los participantes utilizan el mismo lenguaje y software de diseño y modelado para la planificación y diseño. Cuando un proyecto es más grande, el uso BIM nativo es casi imposible de asegurar. Para facilitar la interoperabilidad, se utilizan formatos de archivo IFC (*Industry Foundation Classes*).

IFC es un modelo de datos estandarizado (ISO 16739-1:2018), utilizado para garantizar el intercambio de información y datos independientemente del proveedor utilizado, tanto para hardwares, softwares e interfaces utilizadas, lo que fomenta integralmente la aplicación del OpenBIM. (BuildingSMART International, 2023)

El esquema de un modelo IFC codifica y permite el intercambio de información del proyecto entre diferentes agentes, tanto de la identidad, como de la semántica,

características, objetos, proceso y personas del modelo. Generalmente el IFC es utilizado para el intercambio de información de una parte de los interesados hacia otra. Por ejemplo, un archivo de un diseñador puede ser entregado al cliente que busca a su vez entregar dicha información a un potencial contratista para que prepare una oferta. (BuildingSMART International, 2023)

De esta manera se busca mantener en lo posible la mayor cantidad de información sin pérdidas de archivos, formatos u otros aspectos que retrasen el trabajo.

3.3 Fundamentos de la norma ISO 19650

La serie EN ISO 19650 es un conjunto de estándares que permiten homogeneizar la gestión de la información de un activo en el sector de la construcción de manera integral durante todo su ciclo de vida, mediante la recomendación de principios y procesos al utilizar el modelado de la información de la construcción BIM. (Autodesk University, 2022)

Esta serie de estándares es de interés, tanto para los involucrados en la fase de desarrollo de un proyecto, es decir, la planificación, diseño, construcción y puesta en marcha del activo, como para los agentes que se involucran en la fase de mantenimiento y operación del mismo. Además, estos estándares aplican para todo tipo y tamaño de proyecto, pero requieren de una aplicación proporcional a las características del mismo. (EN ISO 19650-1. Organización Internacional de Normalización., 2018)

La serie ISO 19650 se divide en 5 secciones fundamentales para el manejo de la información del activo en el sector de la construcción, que son:

- Estándar EN ISO 19650-1: presenta principios y terminología general de organización de la información al aplicar la metodología BIM. (Building SMART Spain, 2021)

- Estándar EN ISO 19650-2: establece procedimientos aplicables durante la fase de desarrollo en relación a la gestión de la información. (Building SMART Spain, 2021)
- Estándar EN ISO 19650-3: describe procedimientos aplicables durante la fase de operación, en relación a la gestión de la información. (Building SMART Spain, 2021)
- Estándar EN ISO 19650-4: indica el fundamento para el intercambio de información en fases de diseño y operación durante la aplicación de la metodología BIM. (Building SMART Spain, 2021)
- La norma EN ISO 19650-5: presenta un enfoque de seguridad para la gestión de la información. (Building SMART Spain, 2021)

La serie EN ISO 19650 busca: una definición precisa de los requerimientos de la información solicitadas por el cliente y la metodología aplicable para dar cumplimiento de estos requisitos; certificar y asegurar la calidad de la información desarrollada; garantizar el fluido y correcto funcionamiento del intercambio de la información entre los agentes involucrados en el desarrollo del proyecto para todo su ciclo de vida. (Building SMART Spain, 2021)

3.4 Importancia de la metodología BIM en la industria de la construcción

La Organización de las Naciones Unidas para el año 2050 proyecta una población mundial de 9.7 mil millones de habitantes, para solventar las necesidades de estas personas la industria global de AEC debe plantearse formas eficientes e inteligentes de abordar el diseño y la construcción para conseguir espacios más inteligentes y perdurables. (United Nations. Department of Economic and Social Affairs., 2022) (United Nations Population Fund, 2022)

El sector de la Arquitectura, Ingeniería y Construcción (AEC), se ubica como el segundo mercado con mayor importancia en el mundo de la Industria, pero desafortunadamente también es el sector con menor innovación y crecimiento en digitalización durante las últimas décadas, hecho que se manifiesta claramente en la productividad bruta del sector. (Ruiz, 2021)

Los principales proyectos del sector de la construcción, mueven alrededor de siete trillones de dólares por año, y se prevé que este valor ascienda cerca del 109% en la próxima década. Actualmente más de 60% de los proyectos en este sector inician conscientes de que existirán sobrecostos y retrasos en su ejecución.

Con estas reseñas surge la interrogante ¿Hacia dónde va el sector de la AEC, tomando en cuenta que la necesidad de renovación e innovación en este campo, cada vez se vuelve más imperiosa?

Como respuesta a esta interrogante se posiciona el BIM (Building Information Modeling); metodología de trabajo holístico que nos permite la creación, administración y federación de información y modelos de una manera estructurada y detallada, que integra información en una plataforma abierta en la nube, y que admite una colaboración en tiempo real.

Entre las ventajas de la metodología está: la coordinación y comunicación en tiempo real de los distintos equipos disciplinares que participan en un proyecto, el establecimiento los flujos de trabajo detallados y claros y, el manejo de datos inteligentes (conexión de datos perfecta) durante las fases de Planificación, Diseño, Construcción y Operación del ciclo de vida de un proyecto; instaurando así, procesos eficaces con óptimos resultados en un ecosistema abierto a todos los involucrados.

El uso de la información generada durante las fases de desarrollo y ejecución de un proyecto para la operación y mantenimiento de un activo construido, es una de las razones por lo que la metodología BIM acrecienta cada día más su importancia en el mundo; pero sin duda, la razón más importante es que este método nos proporciona una mayor visibilidad en la toma de decisiones, elecciones más razonables y reales que finalmente aseguran cumplimiento de los objetivos planteados, por debajo de los plazos establecidos y ahorro de los costes proyectados.



Gráfico 3. Países en los que actualmente se exige la implementación de la metodología BIM

Fuente: Autodesk, s/f

3.5 Importancia de la Implementación BIM en el Proyecto

3.5.1 Solución de Colisiones e Interferencias

Durante la ejecución del proyecto “Clínica de Especialidades”, en la etapa de coordinación multidisciplinar se visualizó colisiones e interferencias entre las disciplinas de arquitectura, estructura y MEPs. La causa principal de este inconveniente se generó debido al poco espacio disponible entre el cielo raso y la losa estructural para la distribución y colocación de los sistemas MEPs.

El equipo “*Medical BIM*”, a través de la aplicación de la metodología BIM, implementando flujos de trabajos, hitos de coordinación y matrices de colisiones, pudo corregir la mayoría de las interferencias y colisiones. Al persistir interferencias importantes, se requiere que el equipo de Estructuras proponer una posible solución que permita un mayor espacio para la instalación y colocación de las distintas ingenierías MEPs.

La metodología BIM permitió al equipo estructural proponer una solución de manera eficaz, a través de la gestión de la información del modelo de la estructura con losas postensadas de 16 cm de espesor, en lugar del tradicional sistema con losas alivianadas.

Por lo que es imprescindible resaltar, que, de haber identificado y solventado las colisiones previamente descritas en etapa de planificación y diseño, en lugar de la etapa de construcción, como sucedió en la ejecución real del proyecto, existiría un ahorro significativo de dinero y tiempo en la ejecución del proyecto.

3.5.2 Gestión y estructuración de la información

Por otro lado, durante la fase de planificación y diseño del proyecto real de la “*Clinica de Especialidades*”, se evidenció una clara desorganización en el manejo de la información de las diferentes especialidades involucradas, lo que generó retrasos y desactualización de la información del proyecto.

Al aplicar la metodología BIM, el equipo “*Medical BIM*” aplicó lineamientos y flujos de trabajo establecidos en la norma ISO 19650, para la gestión de la información de las diferentes disciplinas y la estructuración del entorno común de datos (CDE) del proyecto. De esta manera, garantizó la fiabilidad y actualización constante de toda la información relevante del proyecto. Además, optimizó tiempos invertidos por su equipo de trabajo para búsqueda y depuración de la información necesitada.

3.5.3 Optimización en la entrega de información

La implementación de la metodología BIM permitió generar reportes de cronograma y costos de las diferentes disciplinas en poco tiempo, gracias a la interoperabilidad de los distintos softwares BIM utilizados en el desarrollo del proyecto. Esto facilitó el análisis y toma de decisiones para solventar las colisiones previamente mencionadas.

Los formatos abiertos de los softwares BIM implementados y los flujos de trabajo definidos permitieron vincular la información en tiempo real del modelo al presupuesto y cronograma, facilitando la actualización de los informes según los avances de los modelos.

Capítulo 4: EIR

4.1 Introducción

El EIR - Requerimientos de Información del Empleador, es un documento que se desarrolla al inicio de un procedimiento BIM, se ubica previo a la redacción del BEP - Plan de Ejecución BIM, que contiene las condiciones específicas que solicita el Cliente en calidad de entregables en las distintas etapas del proyecto.

Este documento debe incluirse en el expediente de la licitación ya que puede contener necesidades internas y externas que en determinado instante podría requerir tanto el equipo de diseño como el equipo de construcción.

El proyecto “Clínica de Especialidades” se utilizará para el desarrollo de un ejercicio académico, dentro de un marco de simulación profesional referente a la aplicación e implementación de la metodología BIM en la ejecución de proyectos.

4.2 Situación del proyecto

La “Clínica de Especialidades” mientras se desarrolla el presente documento se encuentra en la fase de construcción, cuenta con las respectivas licencias y permisos de construcción por parte del GAD Municipalidad del Distrito Metropolitano Quito, y ha alcanzado el 100% en obra gris. Razón por la cual se propone el escenario de aplicación e implementación de la metodología BIM en las fases de planificación y diseño del proyecto para la comparación con metodología tradicional utilizada.

4.3 EIR- Requisitos de información del cliente

4.3.1 Desarrollo del EIR

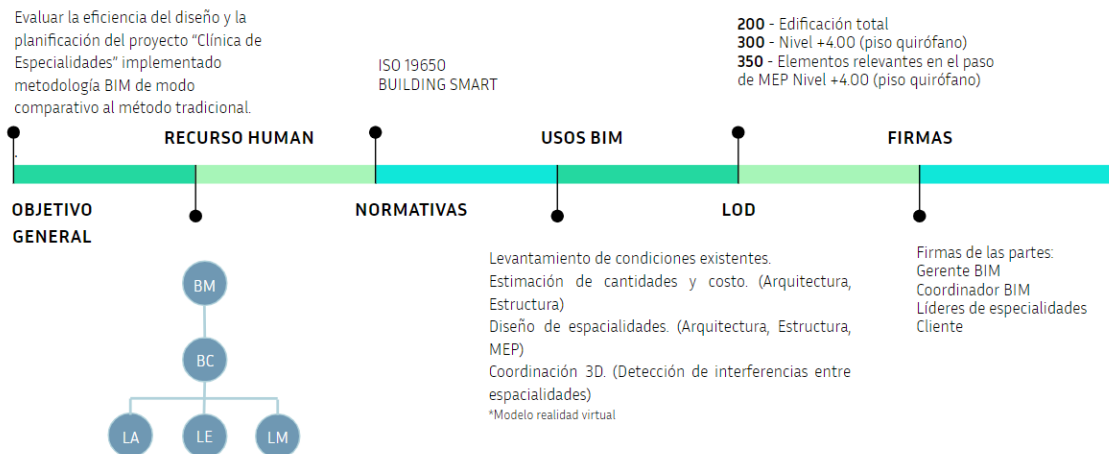


Gráfico 4. Línea de Tiempo del Desarrollo del EIR
Elaborado por: Autor, 2023

4.3.2 Equipo de trabajo

El equipo Medical BIM es un grupo de profesionales capacitados en el uso de la tecnología (BIM) aplicada a proyectos de construcción en el sector médico y de la salud. Este equipo está compuesto por arquitectos, ingenieros y otros especialistas en diseño y construcción, que han adquirido conocimientos y habilidades específicas para aplicar el BIM a proyectos de construcción de clínicas, hospitales y otras instalaciones de atención médica

4.3.3 Descripción del proyecto

Promotor	Universidad Internacional SEK
Nombre del proyecto	Clínica de Especialidades
Descripción corta del proyecto	El proyecto está ubicado en el sector de Monteserrín al norte de la ciudad de Quito; cuenta con un área bruta aproximada de 5800 m ² distribuidos en 2 subsuelos y 4 plantas superiores. Cada planta tiene un área aproximada de 800 m ² y de 1500 m ² en subsuelos.
Dirección del proyecto	Calle las Higuierillas E16-254
N° de predio	314407
Zona Metropolitana	Quito
Área del predio	1500 m ²
Área por planta	800 m ²

Tabla 2. Descripción del Proyecto
Elaborado por: Autor, 2023

El proyecto arquitectónico está concebido como una edificación dedicada a brindar servicios de salud especializados, mediante consulta y tratamiento de médicos especialistas en espacios dedicados a consultorios y una clínica de tratamiento clínico-

quirúrgico ambulatorio, contando con áreas enfocadas a servicios complementarios propios de la actividad.

El edificio está conformado por cuatro plantas altas con un área aproximada de 800 m2 y dos subsuelos, el proyecto está planteado como un bloque aislado en el terreno, sin adosamientos. La planta baja forma un basamento que a medida que va incrementando la altura la huella de edificio se va reduciendo para generar una serie de vacíos, en forma de áreas verdes que se anexan a cada piso, brindando una atractiva experiencia para los usuarios al disfrute de estas áreas verdes insertas dentro del edificio.

4.3.4 Integrantes y Roles

Roles	Nombre	Correo	Contacto
BIM Manager	Arq. Kevin Romero	kevin.romero@uisek.edu.ec	0987439245
Coordinador BIM	Arq. Francisco Racines	francisco.racines@uisek.edu.ec	0998868833
Líder Arquitectura	Arq. Eduardo Vinueza	eduardo.vinueza@uisek.edu.ec	0986150318
Líder Estructura	Ing. Jack Vásquez	jack.vasquez@uisek.edu.ec	0969056421
Líder MEP	Arq. Kevin Romero	kevin.romero@uisek.edu.ec	0987439245

Tabla 3. Integrantes y Roles del Proyecto
Elaborado por: Autor, 2023

4.3.5 Objetivo general

Evaluar la eficiencia del diseño y la planificación del proyecto “Clínica de Especialidades” de modo comparativo al método tradicional, a través de la gestión de

integración de modelos e información y la colaboración de los distintos agentes implicados en el proyecto, de esta manera reducir los costos, tiempos y aumentar la rentabilidad del proyecto mediante la identificación temprana de conflictos y la optimización del uso de recursos.

4.3.6 Objetivos Específicos

- Alta: Crear modelos BIM completos y precisos, especialmente enfocados al nivel +4.00 del proyecto correspondiente a la planta de quirófanos, de cada una de las disciplinas y que esté listo para su uso en construcción, en un plazo máximo de 16 semanas.
- Media: Realizar una coordinación 3D utilizando un modelo BIM integrado, para detectar posibles interferencias entre las disciplinas de arquitectura, estructura, hidrosanitaria, mecánica, eléctrica y gases, para garantizar la correcta implementación de las soluciones en la planta de quirófanos.
- Media: Aplicar la metodología BIM en el proceso de estimación de costos del proyecto, incluyendo la creación de un modelo actualizado y detallado para facilitar la toma de decisiones y la coordinación contemplando todos los elementos constructivos, para generar una lista de materiales y la asignación de costos para cada uno de las disciplinas (arquitectura, estructura y MEP), en tiempo real.
- Baja: Elaborar un programa de obra detallado para el proyecto, incluyendo la secuenciación de actividades.
- Baja: Realizar un modelo comparativo BIM de las 2 alternativas de diseño estructural del edificio, evaluando el impacto en el costo y en el tiempo y agregar un informe detallado de la alternativa más eficiente para el proyecto.

4.3.7 Usos BIM

- Levantamiento de condiciones existentes.
- Estimación de cantidades y costos. (Arquitectura, Estructura)
- Diseño de especialidades. (Arquitectura, Estructura y MEP)
- Coordinación 3D. (Detección de interferencias entre especialidades)
- Análisis estructural

4.3.8 Plan de entrega de información (IDP)

Ítem	Descripción	Tipo de Archivo	Formato
BEP	Plan de Ejecución.	PDF	A4
Modelos	Modelado arquitectónico, estructural, MEP (sanitario, mecánico, eléctrico y gases).	RVT	NA
Planos ejecutivos y tablas de planificación	Arquitectónicos, estructurales, instalaciones y detalles.	PDF	A1
	Tablas de cantidades extraídas del modelo.		
Presupuesto	Planificación de los costos.	PRESTO / PDF	A4
Cronograma	Planificación de actividades.	PRESTO / PDF	A4

Tabla 4. Plan de Entrega de Información (IDP)
Elaborado por: Autor, 2023

Nota: Todos los entregables se presentarán de forma digital teniendo un plazo de 16 semanas para su entrega.

4.3.9 Plantilla de proyecto BIM

Para la elaboración de las plantillas de las diferentes disciplinas se tomaron en cuenta las configuraciones de unidades, la organización del navegador por subdisciplinas

para mantener un orden en la elaboración de los planos, las plantillas de vista para la parte grafica del proyecto tanto para plantas, elevaciones y cortes de acuerdo a las diferentes escalas del proyecto, se definieron los estilos de simbología en anotaciones como ejes, cotas, etiquetas, laminas, secciones, elevaciones y niveles, se crearon tablas de cuantificación y cantidades para los elementos necesarios en cada disciplina así como también se definió el punto base del proyecto para la correcta vinculación entre los diferentes modelos disciplinares.

4.3.10 Niveles de detalle (LOD)

Roles	LOD	Descripción
Líder Arquitectura	200 (Modelo Completo)	Los elementos arquitectónicos se modelan en 3D con información geométrica más precisa y se agregan datos adicionales sobre su tamaño, forma, ubicación y orientación. También se incluyen detalles sobre las características físicas y funcionales de los elementos, como los materiales. <i>Uso: Fase de diseño y planificación.</i>
	300 (Planta de Quirófanos)	Se agrega más información a los elementos arquitectónicos, como detalles constructivos, especificaciones de los materiales, dimensiones exactas y otros datos necesarios para su fabricación y construcción. También se incluyen datos de coordinación más detallados con otras disciplinas, como estructuras y servicios, para permitir una mejor integración de los elementos arquitectónicos en el diseño general del proyecto. <i>Uso: Fase de documentación</i>
Líder Estructura	200 (Modelo Completo)	Los elementos estructurales se modelan en 3D con una mayor precisión geométrica y se incluyen datos adicionales sobre su tamaño, forma, ubicación y orientación. También se agregan detalles sobre las

		<p>características físicas y funcionales de los elementos, como los materiales de construcción, las propiedades mecánicas, las cargas de diseño y otras especificaciones.</p> <p><i>Uso: Fase de coordinación e interferencias</i></p>
	300 (Planta de Quirófanos)	<p>Se agrega más información detallada sobre los elementos estructurales, como las dimensiones exactas, las conexiones y los detalles constructivos específicos. También se incluyen datos de coordinación más precisos con otras disciplinas, como arquitectura y servicios, para permitir una mejor integración de los elementos estructurales en el diseño general del proyecto.</p> <p><i>Uso: Fase de documentación</i></p>
Líder MEP	300 (Planta de Quirófanos)	<p>Se agrega más información detallada sobre los sistemas MEP, como los tamaños y ubicaciones exactas de los componentes, las especificaciones detalladas de los equipos y los accesorios, las conexiones y los detalles constructivos específicos. También se incluyen datos de coordinación más precisos con otras disciplinas, como arquitectura y estructuras, para permitir una mejor integración de los sistemas MEP en el diseño general del proyecto.</p> <p><i>Uso: Fase de documentación</i></p>

Tabla 5. Niveles de Detalle (LOD)
Elaborado por: Autor, 2023

4.3.11 Niveles de información (LOI)

Roles	LOI	Descripción
Líder Arquitectura	200 (Modelo Completo)	Se enfoca en agregar detalles específicos al modelo arquitectónico del proyecto y definir los requisitos técnicos y constructivos necesarios para llevarlo a cabo. La información incluida en este nivel

		es esencial para avanzar en el diseño y la planificación del proyecto, así como para establecer los costos y cronogramas
	300 (Planta de Quirófanos)	Se enfoca en agregar detalles técnicos específicos al modelo arquitectónico del proyecto, y definir los aspectos más detallados del diseño y la construcción. La información incluida en este nivel es esencial para el desarrollo del proyecto y para llevar a cabo la construcción del edificio.
Líder Estructura	200 (Modelo Completo)	Se enfoca en agregar detalles específicos al modelo estructural del proyecto y definir los requisitos técnicos y constructivos necesarios para llevarlo a cabo. La información incluida en este nivel es esencial para avanzar en el diseño y la planificación del proyecto, así como para establecer los costos y cronogramas
	300 (Planta de Quirófanos)	Se enfoca en agregar detalles técnicos específicos al modelo estructural del proyecto, y definir los aspectos más detallados del diseño y la construcción. La información incluida en este nivel es esencial para el desarrollo del proyecto y para llevar a cabo la construcción del edificio.
Líder MEP	300 (Planta de Quirófanos)	Se enfoca en agregar detalles técnicos específicos al modelo MEP del proyecto, y definir los aspectos más detallados del diseño y la construcción. La información incluida en este nivel es esencial para el desarrollo del proyecto y para llevar a cabo la construcción del edificio.

Tabla 6. Niveles de Información (LOI)
Elaborado por: Autor, 2023

4.3.12 Plantillas de biblioteca de objetos BIM

Para garantizar la eficacia y eficiencia de la biblioteca de objetos BIM, nos regiremos a los estándares ISO 9650 para su nomenclatura y para la elaboración de una estructura de carpetas y subcarpetas que permitan una fácil navegación y búsqueda de los

objetos, estableciendo información detallada de cada elemento como su descripción, tipo, dimensiones, materiales y clasificación, creando una geometría precisa y detallada para que pueda ser utilizada en otros proyectos. Estos objetos incluirán parámetros necesarios para modificar y ajustar a los requerimientos específicos de cada proyecto, así como también su compatibilidad con ciertos programas BIM.

4.3.13 Protocolo de intercambio de información de construcción

4.3.13.1 Modelos a entregar

Con un LOD 300 se entregarán 6 modelos uno por cada disciplina del nivel +4.00, planta de quirófanos.	Modelo Arquitectura
	Modelo Estructura
	Elementos relevantes en LOD 350
	Modelo Sanitario
	Instalaciones sanitarias
	Agua caliente
	Agua fría
	Modelo Mecánico
Con un LOD 200 se entregarán 2 modelos completos uno por cada disciplina.	Aire acondicionado
	Ventilación mecánica
	Modelo Eléctrico
Con un LOD 200 se entregarán 2 modelos completos uno por cada disciplina.	Iluminación
	Fuerza
Con un LOD 200 se entregarán 2 modelos completos uno por cada disciplina.	Modelo Gases
	Oxígeno
Con un LOD 200 se entregarán 2 modelos completos uno por cada disciplina.	Modelo Arquitectura
	Modelo Estructura

Tabla 7. Modelos a Entregar
Elaborado por: Autor, 2023

4.3.13.2 Nomenclatura

Se usará la nomenclatura con base en la ISO 19650 para los modelos

Ejemplo: Nombre del proyecto + creador + disciplina + descripción
MB_G2_ARQ_MODELO

Tabla 8. Nomenclatura Según Norma ISO 19650
Elaborado por: Autor, 2023

4.3.13.3 Formato de entrega

Modelo	Formato	Frecuencia
Arquitectura	RVT	Semanal
Estructura	RVT	Semanal
MEP	RVT	Semanal

Tabla 9. Formato de Entrega
Elaborado por: Autor, 2023

4.3.13.4 Control de calidad

Revisión	Responsable	Software	Frecuencia
Visualización	Líder/Modelador	Revit	Diaria
Auditoria	Coordinador	Revit	Semanal
Interferencias	Coordinador	Naviswork	Semanal
Estándares	Coordinador	Revit	Semanal
Información	Manager/Coord.	Revit/ACC	Semanal

Tabla 10. Control de la Calidad
Elaborado por: Autor, 2023

4.3.14 Protocolo de gestión de la información de la construcción (CIMP)

4.3.14.1 Entorno Común de Datos (CDE)

La herramienta colaborativa a usarse en el proyecto es ACC (Autodesk Construction Cloud), esto nos permitirá centralizar los documentos del proyecto para que sean accesibles para todos los involucrados.

4.3.14.2 Estructura de carpetas

Se elaborará una estructura de carpetas con permisos de acceso controlado para cada involucrado permitiéndoles administrar, editar, crear y ver según el rol asignado.

Esta estructura de carpetas está estructurada de la siguiente manera:

Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
1. Trabajo en Progreso (WIP)	1.0 Documentación	1.0.1 Archivos Base
		1.0.2 EIR
		1.0.3 BEP
		1.0.4 Protocolos
		1.0.5 Libros de estilo
		1.0.6 Flujos
	1.1 Arquitectura	1.1.1 Recursos
		1.1.2 Consumidos
		1.1.3 RVT
		1.1.4 PDF
		1.1.5 DWG
		1.1.6 Coordinación

		1.1.7 Presupuesto y Planificación
	1.2 Estructura	1.2.1 Recursos
		1.2.2 Consumidos
		1.2.3 RVT
		1.2.4 PDF
		1.2.5 DWG
		1.2.6 Coordinación
		1.2.7 Presupuesto y Planificación
	1.3 MEP	1.3.1 Recursos
		1.3.2 Consumidos
		1.3.3 RVT
		1.3.4 PDF
		1.3.5 DWG
		1.3.6 Coordinación
		1.3.7 Presupuesto y Planificación
	1.4 Coordinación	1.4.1 Minutas
		1.4.2 Reportes
		1.4.3 Coordinación Multidisciplinar
	1.5 4D y 5D	No cumple
	2. Compartidos	2.1 Arquitectura
2.1.2 PDF		
2.1.3 DWG		
2.1.4 Coordinación		
2.1.5 Presupuesto y Planificación		
2.2 Estructura		2.2.1 RVT
		2.2.2 PDF
		2.2.3 DWG
		2.2.4 Coordinación

		2.2.5 Presupuesto y Planificación
	2.3 MEP	2.3.1 RVT
		2.3.2 PDF
		2.3.3 DWG
		2.3.4 Coordinación
		2.3.5 Presupuesto y Planificación
	2.4 Coordinación	2.4.1 Coordinación Multidisciplinar
2.5 4D y 5D	No aplica	
3. Publicados	3.1 Modelos	3.1.1 Arquitectura
		3.1.2 Estructura
		3.1.3 MEP
		3.1.4 Coordinación
		3.1.5 4D y 5D
	3.2 Documentación	3.2.1 Arquitectura
		3.2.2 Estructura
		3.2.3 MEP
		3.2.4 Coordinación
		3.2.5 4D y 5D
4. Archivado	4.1 Modelos	4.1.1 Arquitectura
		4.1.2 Estructura
		4.1.3 MEP
		4.1.4 Coordinación
	4.2 Documentación	4.2.1 Arquitectura
		4.2.2 Estructura
		4.2.3 MEP
		4.2.4 Coordinación
		4.2.5 4D y 5D

Tabla 11. Estructura de Carpetas
Elaborado por: Autor, 2023

4.3.15 Requisitos de responsabilidad

El equipo de profesionales para este proyecto cumplirá con las responsabilidades asignadas de acuerdo a su experiencia y conocimiento para dirigir en el rol asignado

4.3.16 Requisitos

Integrante	Conocimiento
Arq. Kevin Romero (BIM Manager)	Revit, ACC, Naviswork, Presto
Arq. Francisco Racines (Coordinador)	Revit, ACC, Naviswork, Presto
Arq. Eduardo Vinuesa (Líder Arquitectura)	Revit, ACC, Naviswork, Presto
Ing. Jack Vásquez (Líder Estructural)	Revit, ACC, Naviswork, Presto
Arq. Kevin Romero (Líder MEP)	Revit, ACC, Naviswork, Presto

Tabla 12. Requisitos de Conocimiento del Equipo
Elaborado por: Autor, 2023

4.3.17 Responsabilidades

Rol	Responsabilidades
	<ul style="list-style-type: none"> -Coordinar la asignación de funciones del resto de roles en el proyecto. -Elaboración del BEP -Garantizar la provisión de la información

<p>BIM Manager</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Garantizar la interoperabilidad de los softwares a usarse -Controlar la información y entregables almacenados de una manera lógica y estructurada. -Apoyar al coordinador a evitar y resolver conflictos e interferencias. -Reportar los resultados del proyecto -Crear entornos colaborativos mediante reuniones con el equipo para monitorear y controlar el progreso del proyecto - Evaluar el rendimiento del modelo BIM y del equipo de trabajo en relación con los objetivos establecidos para el proyecto. -Supervisar la creación, gestión y coordinación del modelo BIM en todo el ciclo de vida del proyecto
<p>Coordinador</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Colaborar en la definición, implantación y cumplimiento del BEP. -Garantizar que los modelos BIM estén actualizados y reflejen de manera precisa el estado del proyecto en todo momento. - Identificar y resolver cualquier problema relacionado con la coordinación de la información entre las diferentes disciplinas y equipos de trabajo -Gestionar los cambios en los modelos -Gestionar calidad y el alcance de los elementos. -Apoyo técnico en la detección de colisiones. -Coordinar la gestión de la información entre las diferentes disciplinas y equipos de trabajo, asegurando la compatibilidad, integridad y coherencia de la información en el modelo BIM. -Elaboración de plantillas -Integración 4D y 5D de todas las disciplinas para elaboración de presupuestos y cronogramas -Asegurar la calidad y eficiencia del modelo BIM, supervisando y controlando el uso de herramientas y software BIM por parte de los diferentes equipos de trabajo.
<p>Líderes Disciplinas</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Crear y gestionar la información 3D, 4D y 5D de su disciplina en el modelo BIM, asegurando que se sigan los estándares y protocolos establecidos para la creación y gestión de la información. -Coordinar la información de su disciplina con la información de otras disciplinas, asegurando que se respeten las interferencias y que se resuelvan de manera eficiente -Revisar y aprobar la información de su disciplina antes de su inclusión en el modelo BIM, asegurando que cumpla con los estándares y requisitos del proyecto. -Asegurar la comunicación efectiva entre su equipo y otros miembros del equipo de trabajo, incluyendo el coordinador BIM y otros líderes de disciplinas. -Asegurarse de que el trabajo de su equipo cumpla con los plazos establecidos y se entregue en tiempo y forma.

Tabla 13. Responsabilidades de los Roles del Equipo Técnico
Elaborado por: Autor, 2023

4.3.18 Protocolo de coordinación BIM

El proyecto de la clínica requiere una planificación cuidadosa y coordinación detallada para lograr los objetivos clave de crear modelos BIM precisos, enfocados en la planta de quirófanos, y aplicar la metodología BIM en la estimación de costos del proyecto. Aquí hay un ejemplo práctico de cómo se podría llevar a cabo la coordinación BIM en este proyecto:

Establecer un equipo de coordinación BIM: El equipo está compuesto por un BIM manager, un coordinador, un líder de arquitectura, un líder de estructura y un líder de MEP. El BIM manager es responsable de garantizar que se sigan los procesos BIM y de gestionar el modelo BIM. El coordinador es responsable de coordinar la colaboración entre las disciplinas y garantizar que se resuelvan las interferencias en el modelo. Los líderes de arquitectura, estructura y MEP son responsables de crear y mantener los modelos BIM de sus respectivas disciplinas.

Establecer un nivel de detalle: El nivel de detalle esperado para los modelos es un LOD 300 en la fase de diseño, con un enfoque especial en el nivel +4.00 de la planta de quirófanos.

Planificación y programación: Se establece un plazo máximo de 16 semanas para completar los modelos BIM y la estimación de costos. Se planifica el proceso de modelado y coordinación, y se establecen los hitos y plazos para el progreso del proyecto.

Crear modelos BIM precisos: Cada disciplina crea un modelo BIM preciso y detallado de su diseño utilizando el software BIM correspondiente. Los modelos se actualizan regularmente para garantizar que sean precisos y se ajusten a los cambios del diseño.

Coordinación 3D: Se lleva a cabo una coordinación 3D utilizando el modelo BIM integrado para detectar posibles interferencias entre las disciplinas de arquitectura, estructura, hidrosanitaria, mecánica, eléctrica y gases en la planta de quirófanos. El coordinador es responsable de identificar y resolver las interferencias y asegurarse de que las soluciones sean implementadas correctamente en el modelo BIM.

Aplicación de la metodología BIM en la estimación de costos: Se utiliza el modelo BIM actualizado y detallado para facilitar la toma de decisiones y la coordinación en la creación de una lista de materiales y la asignación de costos para cada una de las disciplinas.

Revisión y evaluación: El modelo BIM se revisa y evalúa regularmente para garantizar que cumpla con los objetivos clave del proyecto y que se mantenga preciso y actualizado. En conclusión, la coordinación BIM en este proyecto de clínica implica la creación de modelos BIM precisos y detallados, la coordinación 3D para detectar y resolver interferencias, y la aplicación de la metodología BIM en la estimación de costos. La coordinación exitosa del equipo a través de esta metodología permite que el proyecto se complete dentro del plazo establecido, con un modelo BIM completo y preciso que se puede utilizar en la construcción.

4.3.19 Estándares de calidad

Estándares de modelado: Establecer las reglas para el modelado de los diferentes elementos de construcción dentro de cada disciplina. Los estándares incluirán los niveles

de detalle (LOD), los formatos de archivo, la nomenclatura y la organización de las vistas y elementos.

Estándares de intercambio de datos: Establecer las reglas para el intercambio de datos entre diferentes herramientas y sistemas de software BIM. Los estándares incluirán formatos de archivo, protocolos de transferencia de datos y requisitos de interoperabilidad.

Estándares de coordinación: Establecer las reglas para la coordinación y colaboración entre los diferentes miembros del equipo del proyecto. Estos incluirán las reuniones de coordinación, los procedimientos para la resolución de conflictos, los plazos para la entrega de modelos y la calidad de los modelos entregados.

Estándares de documentación: Establecer las reglas para la documentación del proyecto y la gestión de la información. Los estándares incluirán la gestión de cambios, la versión de documentos, la estructura de carpetas y la codificación de colores.

Estándares de calidad de los datos: Establecer las reglas para la calidad de los datos y la validación de los datos en los modelos BIM de las diferentes disciplinas que tiene el proyecto. Estos estándares incluirán la verificación de la precisión y coherencia de los datos, la detección y corrección de errores y la actualización de los modelos.

4.3.20 Planificación del proyecto

La utilización de BIM en la planificación del proyecto nos permite una mejor coordinación entre las diferentes disciplinas, reduciendo así los errores y retrasos. Además, el modelo BIM podemos utilizar para realizar simulaciones y análisis avanzados, como la detección de interferencias entre elementos, la programación y la secuenciación de la construcción, la simulación de la energía y el análisis del ciclo de

vida de los materiales. Todo esto puede ayudar a tomar decisiones informadas y reducir el impacto ambiental del proyecto.

Al reducir el tiempo y los costos de construcción, el uso de BIM nos permite tener un impacto positivo en la sociedad al permitir que los proyectos se completen más rápidamente y a un costo menor.

Las herramientas posibles a usar son Naviswork o Presto que están basadas en la norma ISO 19650 y para llevar el avance coordinado se aplicara el ciclo PDCA

4.3.21 Monitoreo y medición

Objetivos del proyecto: cumplir con los objetivos del proyecto durante todo el proceso, para verificar los plazos e hitos importantes del proyecto, presupuestos y calidad.

Métricas de desempeño: se establecerán métricas de desempeño claras y medibles para evaluar el progreso del proyecto y asegurar que se estén cumpliendo los objetivos. Estas métricas incluirán la cantidad de tiempo que se está ahorrando con el uso de BIM, la cantidad de errores que se están evitando, la eficiencia del equipo.

Herramientas de medición: se utilizarán herramientas de medición adecuadas como Presto para recolectar y analizar los datos necesarios para evaluar el progreso del proyecto.

Frecuencia de medición: se establecerá la frecuencia de medición adecuada para asegurar que se estén monitoreando los avances del proyecto de manera constante. Estas mediciones serán diarias, semanales y mensuales según se el caso.

Responsabilidades: se definirán las responsabilidades para el monitoreo y la medición en cada disciplina, así como también en la coordinación, para que todos los miembros del equipo sepan quién es el encargado de recolectar y analizar los datos, y quién es el encargado de tomar medidas en caso de que sea necesario.

Acciones correctivas: en caso de que se identifiquen problemas o desviaciones durante

el monitoreo y la medición, se establecer acciones correctivas mediante el uso de del valor ganado para abordar estos problemas y asegurar que el proyecto siga avanzando según lo previsto

4.3.22 Softwares a utilizar

Disciplina	Uso	Software	Versión
Arquitectura	Visualización planos 2D	AutoCAD	2023
Arquitectura, Estructura y MEP	Modelado	Revit	2023
CDE	Almacenamiento centralizado	ACC	N/A
Arquitectura, Estructura y MEP	Detección de Interferencias	Naviswork Manage	2023
Arquitectura, Estructura y MEP	Organización de Actividades	Trello	N/A
Arquitectura, Estructura y MEP	Presupuesto y Cronograma	Presto	2022
Arquitectura, Estructura y MEP	Informes, planillas, cantidades	Office	365
Arquitectura, Estructura y MEP	Visualización documentación	Nitro Pro/Adobe Acrobat Pro	10-2021
Arquitectura, Estructura y MEP	Diagramación	Adobe Ilustrador	2021
Arquitectura, Estructura y MEP	Edición	Adobe Photoshop	2021

Tabla 14. Softwares a utilizar por el Equipo Técnico
Elaborado por: Autor, 2023

4.3.23 Entregables

Ítem	Descripción	Tipo de archivo	Formato
Plan de ejecución BIM	Documento de requisitos y usos BIM para el proyecto	PDF	A4
Modelos	Modelado arquitectónico, estructura y MEP	RVT-IFC	N/A
Planos	Documentación 2D de las disciplinas de arquitectura, estructura y MEP	PDF-DWG	A1
Tablas de planificación	Mediciones y cantidades extraídas de los modelos	PDF	A4
Cronograma	Planificación de actividades	PDF	A4
Presupuesto	Planificación de costos	PDF	A4
Renders	Imágenes realistas del proyecto	JPGE-PNG	N/A

Tabla 15. Entregables del Proyecto
Elaborado por: Autor, 2023

4.3.24 Conclusiones

La implementación de la metodología BIM en el proyecto de la Clínica de Especialidades tiene como objetivo mejorar los procesos de planificación y gestión de la información a lo largo del proyecto, mediante el uso de modelos y la colaboración de los equipos de las disciplinas de arquitectura, estructura y MEP. La intención aplicada al BIM en este proyecto es mejorar la eficiencia en la planificación, identificar posibles problemas en las etapas previas a la ejecución del proyecto, reducir costos y retrasos en el proceso de construcción y aumentar la rentabilidad del proyecto mediante la optimización del uso de recursos y la identificación temprana de conflictos.

Para lograr estos objetivos, se han establecido metas específicas, como la creación de modelos BIM completos y precisos, especialmente enfocados al nivel +4.00 del proyecto

correspondiente a la planta de quirófanos, en un plazo máximo de 16 semanas, en donde se espera realizar una coordinación 3D utilizando un modelo BIM integrado para detectar posibles interferencias entre las disciplinas de arquitectura, estructura, hidrosanitaria, mecánica, eléctrica y gases, garantizando la correcta implementación de las soluciones en la planta de quirófanos.

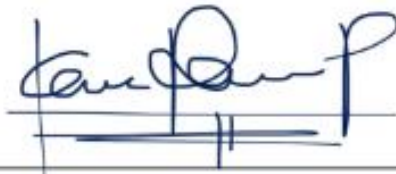
Además, se aplicará la metodología BIM en el proceso de estimación de costos del proyecto, incluyendo la creación de un modelo actualizado y detallado para facilitar la toma de decisiones y la coordinación contemplando todos los elementos constructivos, generando una lista de materiales y la asignación de costos para cada una de las disciplinas en tiempo real. Asimismo, se elaborará un programa de obra detallado para el proyecto, incluyendo la secuenciación de actividades y se realizará un modelo comparativo BIM de las dos alternativas de diseño estructural del edificio, evaluando el impacto en el costo y en el tiempo, para agregar un informe detallado de la alternativa más eficiente para el proyecto.

La implementación de la metodología BIM en el proyecto de la Clínica de Especialidades permitirá evaluar la eficiencia del diseño y la planificación del proyecto en comparación con el método tradicional, a través de la gestión de integración de modelos e información y la colaboración de los distintos agentes implicados en el proyecto. Esto reducirá los costos, tiempos y aumentará la rentabilidad del proyecto mediante la identificación temprana de conflictos y la optimización del uso de recursos.

En resumen, la implementación de la metodología BIM en el proyecto de la Clínica de Especialidades permitirá mejorar la eficiencia en la planificación, reducir costos y retrasos en el proceso de construcción, aumentar la rentabilidad del proyecto y mejorar la colaboración y coordinación entre los equipos de las disciplinas de arquitectura, estructura y MEP. Esto se logrará mediante la creación de modelos BIM completos y

precisos, la realización de una coordinación 3D utilizando un modelo BIM integrado, la aplicación de la metodología BIM en el proceso de estimación de costos del proyecto, la elaboración de un programa de obra detallado y la realización de un modelo comparativo BIM de las dos alternativas de diseño estructural del edificio. En definitiva, la implementación de la metodología BIM en este proyecto permitirá una gestión más eficiente y rentable del proyecto, mejorando la calidad de la información y la coordinación entre los equipos.

4.3.25 Firmas de compromiso



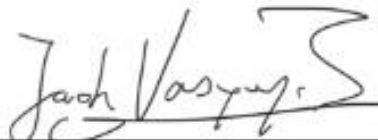
Kevin Mauricio Romero Proaño
C.I. 1715958482
BIM Manager/Líder de MEP



Francisco Javier Racines Yaselga
C.I. 1720623709
Coordinador BIM



Eduardo Renato Vinueza Cevallos
C.I. 0603322421
Líder de Arquitectura



Jack Felipe Vásquez Witt
C.I. 1719834572
Líder de Estructura



Elmer Muñoz
Cliente UISEK

Gráfico 5. Firmas de compromiso Medical BIM
Elaborado por: Autor, 2023

Capítulo 5: BEP

5.1 Plan de ejecución BIM Medical Project

De acuerdo con lo establecido en el EIR, en este capítulo se definirán las pautas para implementar y gestionar el uso de la metodología BIM en este proyecto, proporcionando una guía detallada para asegurar la colaboración y coordinación a lo largo de todo el proyecto mediante el uso eficiente de los modelos, optimizando procesos a medida que se va desarrollando el proyecto.



Gráfico 6. Portada BEP – Medical BIM
Elaborado por: Autor, 2023

5.1.1 Introducción

Para el desarrollo de este proyecto es esencial contar con un Plan de Ejecución BIM que se ajuste a las necesidades de información específica en cada una de las etapas, así como también al alcance proyecto en su totalidad. En este contexto, se ha propuesto que el Plan de Ejecución BIM cumpla con el objetivo de satisfacer de manera óptima los requisitos de información establecidos por la Universidad Internacional SEK para la gestión de la metodología BIM aplicada en la Clínica de Especialidades Monteserrin.

Previo al inicio de la etapa de desarrollo, el grupo Medical BIM conjuntamente con la Universidad Internacional SEK hemos acordado de manera conjunta que el Plan de Ejecución BIM (BEP) será revisado y modificado a medida que vaya desarrollando el proyecto con el objetivo de obtener un Plan de Ejecución BIM definitivo al terminar el proceso de titulación.

5.2 Información del proyecto

5.2.1 Datos del proyecto

Ítem	Descripción
Nombre del Edificio:	CEM–Clínica de Especialidades Monteserrin - Quito
Nombre del Propietario:	Dr. Juan Roldan & Asociados
Descripción del Proyecto:	Edificio de hormigón armado con un área bruta de 5800 m ² , distribuidos en 2 subsuelos 4 plantas con un área aproximada de 800 m ² , con un programa arquitectónico dividido en: Área comercial Clínica Consultorios Área especializada en oftalmología


Uso:	Hospitalario
Numero de Plantas:	4
Numero de Subsuelos:	2
Numero de Ascensores:	2
Descripción del Sitio:	Ubicado al norte de Quito, en el sector de Monteserrin
Coordenadas:	0°09'32.1"S 78°27'33.0"W
Entorno:	
Nombre del Contacto:	Arq. Kevin Romero – BIM Manager
Email:	kevin.romero@uisek.edu.ec
Dirección:	Quito-Ecuador
Numero de Contrato:	MB-G2-0001
Información Adicional:	Trabajo de Titulación – Maestría en Gerencia de proyectos BIM.

Tabla 16. Datos del Proyectos
Elaboración por: Autor, 2023

5.2.2 Cronograma de trabajo

Descripción	Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Presentación del Proyecto			■																	
Desarrollo del EIR				■	■															
Entrega Información del Proyecto					■															
Pre- BEP					■															
Plan de Ejecución BIM						■	■	■												
Plantillas de Modelos					■	■														
Modelo Arquitectónico						■	■	■	■	■										
Model Estructural							■	■	■	■	■									
Modelos MEP								■	■	■	■	■								
Coordinación Multidisciplinar									■	■	■	■	■	■						
Integración de Modelos (Modelo Federado)													■	■	■					
Revisión de Entregables															■	■				
Entrega del Proyecto																		■		

Tabla 17. Cronograma de Trabajo Proyecto Clínica de Especialidades
Elaborado por: Autor, 2023

5.3 Información clave del proyecto

5.3.1 Contactos

Partes	Rol	Nombre	Teléfono	E-mail
Contratante	Cliente	UISEK/ Lcdo. Elmer Muñoz	+507 6590 6397	elmer.munoz@uisek.edu.ec
Contratada	BIM Manager	Arq. Kevin Romero	+593 98 743 9245	kevin.romero@uisek.edu.ec
Equipo de Trabajo	Coordinador BIM	Arq. Francisco Racines	+593 99 886 8833	francisco.racines@uisek.edu.ec
Equipo de Trabajo	Líder Arquitectura	Arq. Eduardo Vinueza	+593 98 615 0318	eduardo.vinueza@uisek.edu.ec
Equipo de Trabajo	Líder Estructura	Ing. Jack Vasquez	+593 96 905 6421	jack.vasquez@uisek.edu.ec
Equipo de Trabajo	Líder MEP	Arq. Kevin Romero	+593 98 743 9245	kevin.romero@uisek.edu.ec

Tabla 18. Contactos del Equipo Técnico
Elaborado por: Autor, 2023

5.3.2 Detalle contractual

Propietario del proyecto	MBIM -UISEK
Tipo de contrato	Implementación de la metodología BIM en el proyecto planificado originalmente mediante el metodología tradicional
Número de contrato	MB-0001-03-15-2023
Documentación proporcionada	El cliente proporciona la información documental completa de arquitectura, estructura, sanitaria, electrica, mecánica, sistema contra incendios y gases así como también un presupuesto preliminar. Láminas del proyecto arquitectónico, estructural, sanitario, eléctrico, mecánico y sistema contra incendios aprobadas por las autoridades competentes. (Nota: Ninguna de la documentación proporcionada ha sido desarrollada con herramientas BIM, así como tampoco por la metodología

Tabla 19. Detalles Contractuales
Elaborado por: Autor, 2023

5.4 Objetivos BIM del proyecto

5.4.1 Objetivos generales BEP

- Incorporar y ejecutar de manera exitosa la metodología BIM, con el propósito de obtener una ventaja competitiva con la metodología tradicional y cumplir con los requisitos del cliente de manera eficiente y efectiva
- Establecer una cultura de colaboración y trabajo en equipo promoviendo las buenas prácticas de la metodología BIM en todas las etapas del proyecto mediante reuniones regulares y el uso de plataformas colaborativas.
- Implementar flujos de trabajo eficientes y coordinados entre los diferentes actores del proyecto, eliminando reprocesos y mejorando la productividad en cada una de las disciplinas.
- Mejorar la eficiencia y la precisión en la estimación de costos, así como también en la planificación del proyecto mediante el uso de los modelos BIM.
- Evaluar y perfeccionar continuamente la implementación del plan de ejecución BIM a medida que avanza el proyecto, identificando áreas de mejora y optimizando los procesos.

5.4.2 Objetivos BIM estratégicos

- Utilizar la metodología BIM como herramienta para mejorar la comunicación entre el equipo del proyecto y el cliente, facilitando la visualización y comprensión de la información, mediante el uso de un entorno común de datos (Autodesk Construction Cloud), permitiendo tomar decisiones más informadas y oportunas.
- Fomentar la colaboración con los miembros del equipo a través de reuniones semanales, utilizando la metodología BIM como medio para la coordinación y el intercambio de información, evitando conflictos y mejorando la calidad del resultado final.
- Utilizar la metodología BIM para establecer un cronograma claro y realista validado semanalmente, identificando posibles retrasos y conflictos, y asegurando la entrega exitosa del proyecto en los plazos establecidos
- Realizar evaluaciones permanentes de la implementación BIM en el proyecto, identificando lecciones aprendidas y áreas de mejora, utilizando estas retroalimentaciones para mejorar en futuros proyectos y optimizar la estrategia BIM entre los miembros del equipo.

5.5 Usos BIM

5.5.1 División de modelos

División de Modelos			Usos BIM	Responsable
Modelo	LOD	Descripción		
Arquitectónico	200	Elaboración de un modelo arquitectónico de todo el edificio + set de publicación a nivel de anteproyecto	Documentación planimétrica, coordinación intradisciplinaria y multidisciplinaria, cronograma y presupuesto	Líder de Arquitectura
	300	Elaboración solo de la planta de quirófanos + set de publicación a nivel de planos de construcción	Documentación planimétrica, coordinación intradisciplinaria y multidisciplinaria, cronograma y presupuesto	
Estructural	200	Elaboración de un modelo estructural de todo el edificio + set de publicación a nivel de anteproyecto	Documentación planimétrica, coordinación intradisciplinaria y multidisciplinaria, cronograma y presupuesto	Líder de Estructura
	300	Elaboración solo de la planta de quirófanos + set de publicación a nivel de planos de construcción	Documentación planimétrica, coordinación intradisciplinaria y multidisciplinaria, cronograma y presupuesto	
MEP	300	Elaboración solo de la planta de quirófanos + set de publicación a nivel de planos de construcción	Documentación planimétrica, coordinación intradisciplinaria y multidisciplinaria, cronograma y presupuesto	Líder MEP

Tabla 20. División de Modelos, Usos BIM y Responsables
Elaborado por: Autor, 2023

5.5.2 Usos del modelo

Uso	Descripción
Modelado de condiciones existentes	Mediante la información entregada en formato DWG se elaborarán modelos de arquitectura, estructura e ingenierías con el objetivo de implementar la metodología BIM en la CEM para obtener una comparativa con la metodología tradicional, enfocándonos en la estimación de costos y cantidades, planificación, simulaciones y análisis de interferencias, creando modelos detallados que nos proporcionen una base para facilitar los procesos BIM
Estimación de cantidades y costos	A partir de los modelos (arquitectura, estructura e ingenierías) se desarrollará una estimación de precios en tiempo real, enfocadas en el nivel + 4.00, permitiendo extraer información de los elementos y materiales modelados, con el objetivo de mantener esta información actualizada para procesos de compras en la ejecución de la obra.
Planificación de fases	Los modelos BIM (arquitectura, estructura e ingenierías) se utilizarán para desarrollar un cronograma detallado de construcción en la CEM, enfocándonos en el piso nivel + 4.00 que presenta una mayor complejidad dentro de todo el proyecto por la presencia de los quirófanos, esto nos permitirá coordinar y secuenciar las actividades de construcción mediante una simulación 4D en este piso con el objetivo de establecer una planificación más precisa y eficiente de los recursos necesarios y reducir conflictos en la etapa de ejecución.
Diseño de especialidades	Proceso en donde se crearán los modelos de arquitectura, estructura e ingenierías mediante la incorporación de información para la extracción de propiedades, cantidades, costos, programación y documentación detallada que incluirá planos de diseño y detalles, manteniendo la documentación actualizada en tiempo real para la facilidad de comunicación y coordinación multidisciplinar.
	En esta etapa se elabora un modelo federado entre las disciplinas de arquitectura y estructura como modelo completo y otro enfocado en el piso nivel + 4.00 en donde se vincularán arquitectura, estructura e

Coordinación 3D (Detección de interferencias)	ingenierías, con el objetivo de realizar una detección de interferencias mediante la herramienta Navisworks y el uso de una matriz de interferencia como referencia para determinar parámetros, permitiéndonos gestionar los conflictos en una etapa temprana previo a la ejecución.
Análisis de alternativas estructurales	A través de una comparativa entre modelos estructurales se busca optimizar el diseño de losas postensadas vs losas alivianadas para disminuir el tiempo y costo en su ejecución, así como también aumentar la altura libre entre cielo falso y acabado de losa, con el objetivo de mejorar la eficiencia en el diseño y colocación de instalaciones MEP.

Tabla 21. Usos del modelo – Descripción
Elaborado por: Autor, 2023

5.5.3 Tabla de usos BIM

Uso BIM	Prioridad (Alta/Media/Baja)	Etapas		
		Planificación	Diseño	Construcción
Modelado de condiciones existentes	Alta	X	X	X
Estimación de costos y cantidades	Alta	X	X	X
Planificación de fases	Alta	X	X	X
Diseño de especialidades	Media		X	
Coordinación 3D	Alta	X	X	X
Análisis de alternativas estructurales	Media		X	

Tabla 22. Tabla de Usos BIM
Elaborado por: Autor, 2023

5.5.4 Análisis de usos BIM

Uso BIM	Valor aportado al proyecto (Alto/Medio/Bajo)	Parte responsable	Valor aportado a la parte responsable (Alto/Medio/Bajo)	Clasificación de capacidad (Alta/Media/Baja)	Requerimientos	Uso aprobado? (S/N)
Planificación	Alto	BIM Manager	Alto	Alta	Manejo de herramientas especializadas para planificación	S
Estimación de Costos	Alto	BIM Manager/ Coordinador BIM	Alto	Media	Uso de mediciones a partir de un software	S
Programación	Alto	BIM Manager/ Coordinador BIM	Alto	Media	Manejo de software con especialidad en simulación	S
Gestión de Comunicaciones	Alto	BIM Manager/ Coordinador BIM	Alto	Media	Alto grado de organización	S
Coordinación	Alto	Coordinador BIM	Alto	Alta	Manejo de software de auditoria e integración de modelos	S
Flujos y Procesos	Alto	BIM Manager/ Coordinador BIM	Alto	Alta	Capacidad de desarrollo procesal	S
Modelos por disciplina (arquitectura, estructural, MEP)	Alto	Líderes de disciplinas	Alto	Alta	Experiencia en construcción. Se modela como se construye	S

Tabla 23. Análisis de usos BIM
Elaborado por: Autor, 2023

5.5.5 Capacidades requeridas para usos BIM

5.5.5.1 Estimación de costos (Presupuesto - 5D)

Capacidad para integrar la estimación de costos en procesos BIM en la Clínica de Especialidades, permitiéndonos desarrollar simulaciones de costos (5D) a partir de los modelos de las especialidades, evaluando las diferentes alternativas y permitiéndonos identificar oportunidades de optimizar el presupuesto, revisando y gestionando los recursos en el proyecto y agregándole valor a este proceso mediante una estimación de

costos más precisa y en tiempo real a lo largo de todo el proyecto, estableciendo una comparativa con la metodología tradicional.

Valor generado al proyecto

- Cuantificación más precisa de los elementos modelados
- Acelerar el proceso de toma de decisiones
- Reducción de tiempo y recursos para desarrollar un presupuesto
- Facilidad para actualizar los presupuestos en base a los cambios que se van ejecutando en tiempo real.

5.5.5.2 Planificación de actividades y simulaciones constructivas (Cronograma - 4D)

Capacidad para implementar la planificación de actividades y simulaciones constructivas en procesos BIM en la Clínica de Especialidades, permitiendo desarrollar una planificación más eficiente a partir de los modelos, en donde se establecerán secuencias de actividades, se asignarán recursos y se estimarán tiempos con una mayor precisión para identificar rutas críticas y minimizar los riesgos de demoras en su ejecución.

Valor generado al proyecto

- Facilidad para monitorear y controlar las actividades constructivas.
- Identificar problemas tempranos en la secuencia de actividades.
- Establecer rutas críticas y holguras en el cronograma.
- Supervisión de los tiempos para ejecutar adquisiciones en el desarrollo del proyecto.

- Integración de las actividades y simulaciones constructivas para verificar el proceso, “se modela como se construye”

5.5.5.3 Coordinación 3D (Detección de interferencias)

Capacidad para implementar la coordinación multidisciplinar y gestionar interferencias en procesos BIM en la Clínica de Especialidades mediante el uso de herramientas y un modelo común que nos permitirá identificar y resolver posibles interferencias entre los diferentes sistemas implementados en el proyecto, reduciendo los retrasos, retrabajos y costos adicionales de manera proactiva en etapas iniciales de diseño.

Capacidad para promover espacios que faciliten la comunicación y la colaboración entre las diferentes disciplinas promoviendo una mayor eficiencia en la ejecución del proyecto, permitiéndonos anticiparnos a los cambios y modificaciones en la etapa de construcción para lograr reducir el tiempo de finalización del proyecto.

Valor generado al proyecto

- Coordinar el proyecto mediante el uso de un modelo común que optimizara la revisión de los conflictos constructivos interdisciplinarios durante la planificación del proyecto.
- Implementar flujos de trabajo que permitirán desarrollar una mayor comunicación y colaboración para reducir tiempos de construcción.
- Gestionar las interferencias del modelo federado mediante el desarrollo de la matriz de colisiones, priorizando las de mayor impacto al proyecto.

- Mejorar la comunicación y colaboración entre los equipos aumentando la eficiencia y optimizando los recursos para ejecutar de forma exitosa el proyecto.

5.6 Funciones y personal de la organización

5.6.1 Organigrama Medical BIM

Según los requisitos y la experiencia exigida por la Universidad Internacional SEK, para llevar a cabo el proyecto de gestión BIM de la Clínica de Especialidades (CEM), se establece la siguiente composición del equipo.

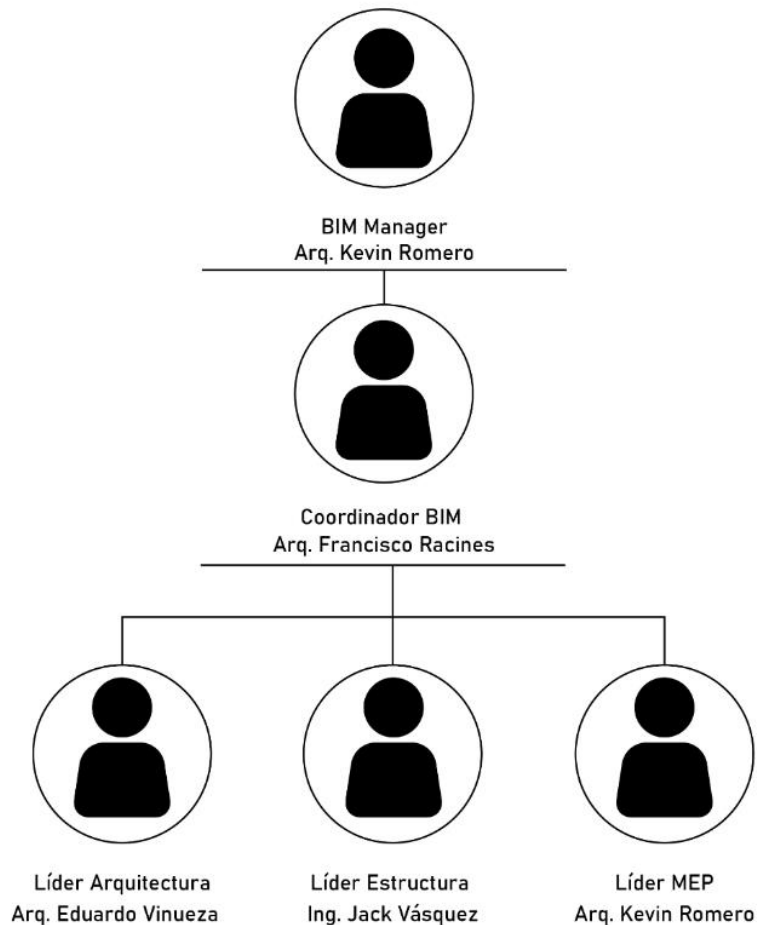


Gráfico 7. Organigrama Medical BIM
Elaborado por: Autor, 2023

Para este proyecto se establece un trabajo colaborativo a distancia en el contexto de la metodología BIM. Debido a que los profesionales involucrados trabajan desde diferentes ubicaciones. A pesar de la distancia física, se ha establecido una comunicación constante y fluida entre el equipo, lo que permite una colaboración efectiva. Se emplearán herramientas y tecnologías que facilitan la interoperabilidad, permitiendo compartir y actualizar la información del modelo BIM de manera sincronizada. Además, se realizan revisiones periódicas del progreso del proyecto, tanto a nivel diario como semanal, para asegurar la calidad y coherencia del trabajo realizado.

5.6.2 Capacidades del Equipo

Como parte de los requerimientos establecidos para el proyecto, Medical BIM contara con la experiencia y formación BIM de los siguientes profesionales:

Miembro del Equipo	Experiencia	Conocimiento	Certificación Softwares
Arq. Kevin Romero (BIM Manager)	Maestría en Gerencia de Proyectos BIM	<ul style="list-style-type: none"> • Revit • ArchiCAD • Autodesk Construction Cloud • Naviswork • Presto 	Universidad Internacional SEK
Arq. Francisco Racines (Coordinador BIM)	Maestría en Gerencia de Proyectos BIM	<ul style="list-style-type: none"> • Revit • ArchiCAD • Autodesk Construction Cloud • Naviswork • Presto 	Universidad Internacional SEK
Arq. Eduardo Vinueza		<ul style="list-style-type: none"> • Revit • Autodesk Construction Cloud 	Universidad Internacional SEK

(Líder BIM Arquitectura)	Maestría en Gerencia de Proyectos BIM	<ul style="list-style-type: none"> • Naviswork • Presto 	
Ing. Jack Vásquez (Líder BIM Estructura)	Maestría en Gerencia de Proyectos BIM	<ul style="list-style-type: none"> • Revit • Autodesk Construction Cloud • Naviswork • Presto 	Universidad Internacional SEK
Arq. Kevin Romero (Líder BIM MEP)	Maestría en Gerencia de Proyectos BIM	<ul style="list-style-type: none"> • Revit • ArchiCAD • Autodesk Construction Cloud • Naviswork • Presto 	Universidad Internacional SEK

Tabla 24. Capacidades del equipo
Elaborado por: Autor 2023

5.6.3 Roles y Responsabilidades

De acuerdo a lo establecido por la Universidad Internacional SEK los profesionales que integran Medical BIM, tendrán un rol asignado dentro del proyecto, con el objetivo de dar un seguimiento y control dentro de su área, para el correcto cumplimiento de sus funciones.

Rol	BIM Manager
Nombre	Arq. Kevin Romero P.
Profesión	Arquitecto
Responsabilidades	<ul style="list-style-type: none"> -Coordinar la asignación de funciones del resto de roles en el proyecto. -Elaboración del BEP -Garantizar la provisión de la información -Garantizar la interoperabilidad de los softwares a usarse

	<ul style="list-style-type: none"> -Controlar la información y entregables almacenados de una manera lógica y estructurada. -Apoyar al coordinador a evitar y resolver conflictos e interferencias. -Reportar los resultados del proyecto -Crear entornos colaborativos mediante reuniones con el equipo para monitorear y controlar el progreso del proyecto -Evaluar el rendimiento del modelo BIM y del equipo de trabajo en relación con los objetivos establecidos para el proyecto. - Supervisar la creación, gestión y coordinación del modelo BIM en todo el ciclo de vida del proyecto
--	---

Tabla 25. Responsabilidades BIM Manager
Elaborado por: Autor, 2023

Rol	Coordinador BIM
Nombre	Arq. Francisco Racines Y.
Profesión	Arquitecto
Responsabilidades	<ul style="list-style-type: none"> -Colaborar en la definición, implantación y cumplimiento del BEP. -Garantizar que los modelos BIM estén actualizados y reflejen de manera precisa el estado del proyecto en todo momento. -Identificar y resolver cualquier problema relacionado con la coordinación de la información entre las diferentes disciplinas y equipos de trabajo -Gestionar los cambios en los modelos -Gestionar calidad y el alcance de los elementos. -Apoyo técnico en la detección de colisiones. -Coordinar la gestión de la información entre las diferentes disciplinas y equipos de trabajo, asegurando la compatibilidad, integridad y coherencia de la información en el modelo BIM. -Elaboración de plantillas

	<ul style="list-style-type: none"> -Integración 4D y 5D de todas las disciplinas para elaboración de presupuestos y cronogramas -Asegurar la calidad y eficiencia del modelo BIM, supervisando y controlando el uso de herramientas y software BIM por parte de los diferentes equipos de trabajo.
--	--

Tabla 26. Responsabilidades Coordinador BIM
Elaborado por: Autor, 2023

Rol	Líder de Arquitectura
Nombre	Arq. Eduardo Vinueza
Profesión	Arquitecto
Responsabilidades	<ul style="list-style-type: none"> - Diseñar, crear y gestionar la información 3D, 4D y 5D de su disciplina en el modelo BIM, asegurando que se sigan los estándares y protocolos establecidos para la creación y gestión de la información. - Coordinar la información de su disciplina con la información de otras disciplinas, asegurando que se respeten las interferencias y que se resuelvan de manera eficiente -Revisar y aprobar la información de su disciplina antes de su inclusión en el modelo BIM, asegurando que cumpla con los estándares y requisitos del proyecto. - Asegurar la comunicación efectiva entre su equipo y otros miembros del equipo de trabajo, incluyendo el coordinador BIM y otros líderes de disciplinas. - Asegurarse de que el trabajo de su equipo cumpla con los plazos establecidos y se entregue en tiempo y forma.

Tabla 27. Responsabilidades Líder de Arquitectura
Elaborado por: Autor, 2023

Rol	Líder de Estructura
Nombre	Arq. Jack Vásquez
Profesión	Ingeniero Civil
Responsabilidades	<ul style="list-style-type: none"> - Diseñar, crear y gestionar la información 3D, 4D y 5D de su disciplina en el modelo BIM, asegurando que se sigan los

	<p>estándares y protocolos establecidos para la creación y gestión de la información.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Coordinar la información de su disciplina con la información de otras disciplinas, asegurando que se respeten las interferencias y que se resuelvan de manera eficiente -Revisar y aprobar la información de su disciplina antes de su inclusión en el modelo BIM, asegurando que cumpla con los estándares y requisitos del proyecto. - Asegurar la comunicación efectiva entre su equipo y otros miembros del equipo de trabajo, incluyendo el coordinador BIM y otros líderes de disciplinas. - Asegurarse de que el trabajo de su equipo cumpla con los plazos establecidos y se entregue en tiempo y forma.
--	---

Tabla 28. Responsabilidades Líder de Estructura
Elaborado por: Autor, 2023

Rol	Líder de MEP
Nombre	Arq. Kevin Romero P.
Profesión	Arquitecto
Responsabilidades	<ul style="list-style-type: none"> - Diseñar, crear y gestionar la información 3D, 4D y 5D de su disciplina en el modelo BIM, asegurando que se sigan los estándares y protocolos establecidos para la creación y gestión de la información. - Coordinar la información de su disciplina con la información de otras disciplinas, asegurando que se respeten las interferencias y que se resuelvan de manera eficiente -Revisar y aprobar la información de su disciplina antes de su inclusión en el modelo BIM, asegurando que cumpla con los estándares y requisitos del proyecto. - Asegurar la comunicación efectiva entre su equipo y otros miembros del equipo de trabajo, incluyendo el coordinador BIM y otros líderes de disciplinas. - Asegurarse de que el trabajo de su equipo cumpla con los plazos establecidos y se entregue en tiempo y forma.

Tabla 29. Responsabilidades Líder MEP
Elaborado por: Autor, 2023

5.7 Diseño de procesos BIM

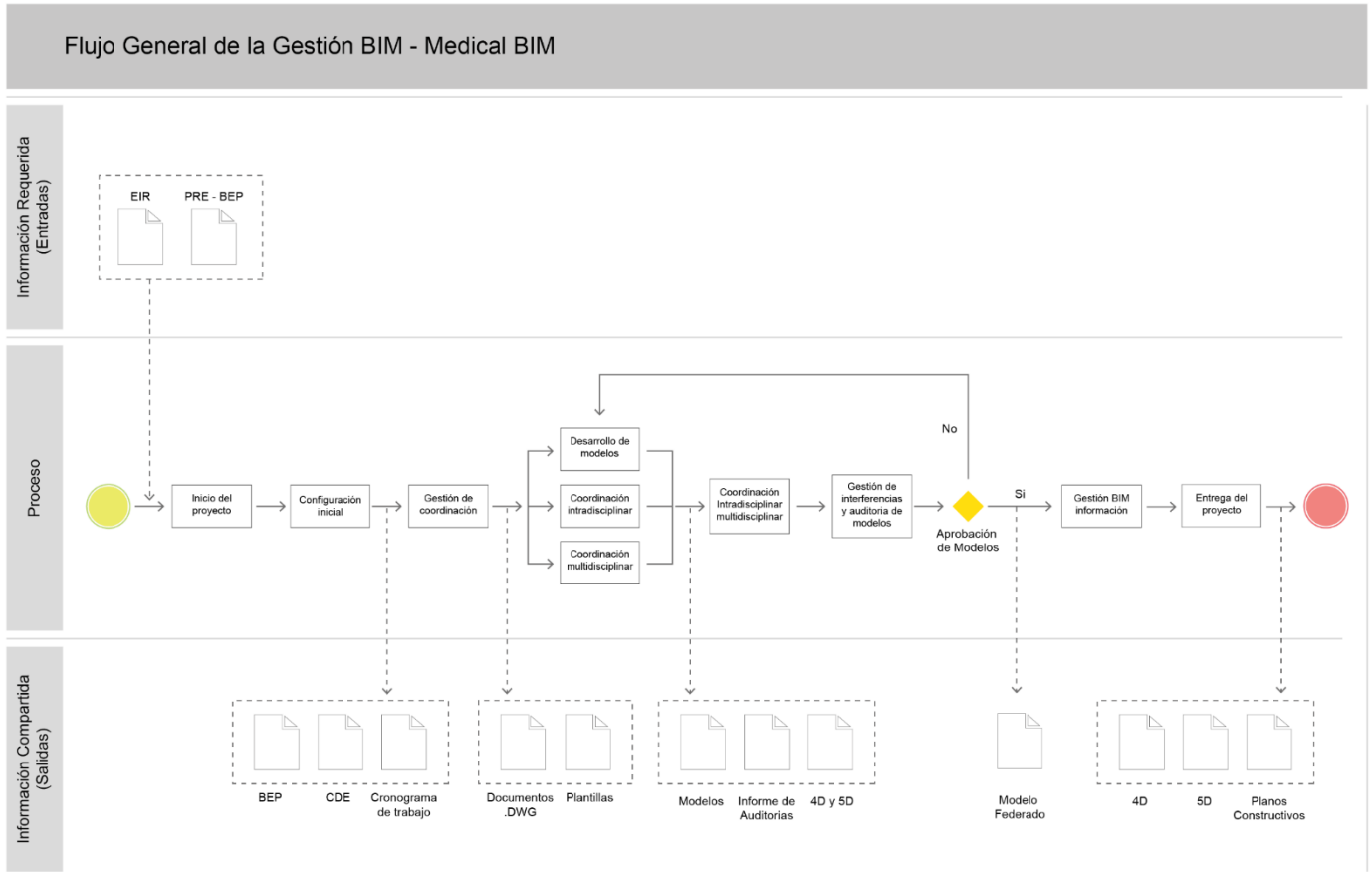


Gráfico 8. Flujo de la Gestión BIM
Elaborado por: Autor, 2023

Flujo Inicio/ Configuración inicial del Proyecto - Medical BIM

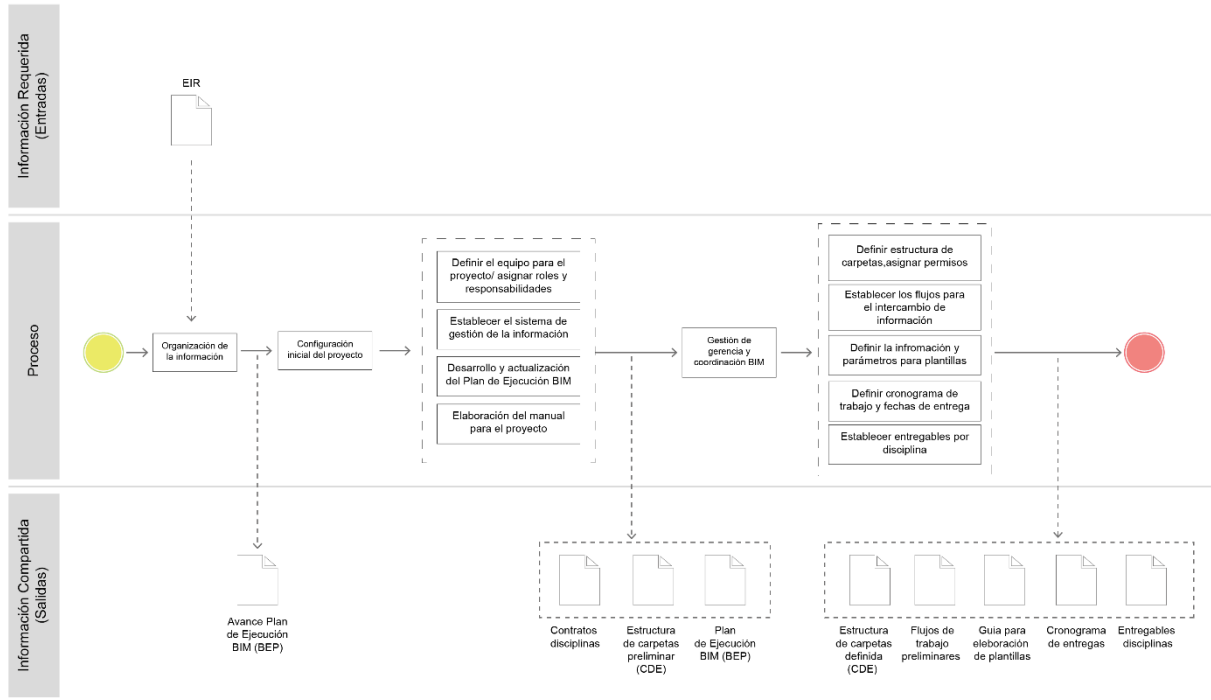


Gráfico 9. Flujo de Configuración Inicial del Proyecto
Elaborado por: Autor, 2023

Flujo Inicio Gestión de la Coordinación Multidisciplinar - Medical BIM

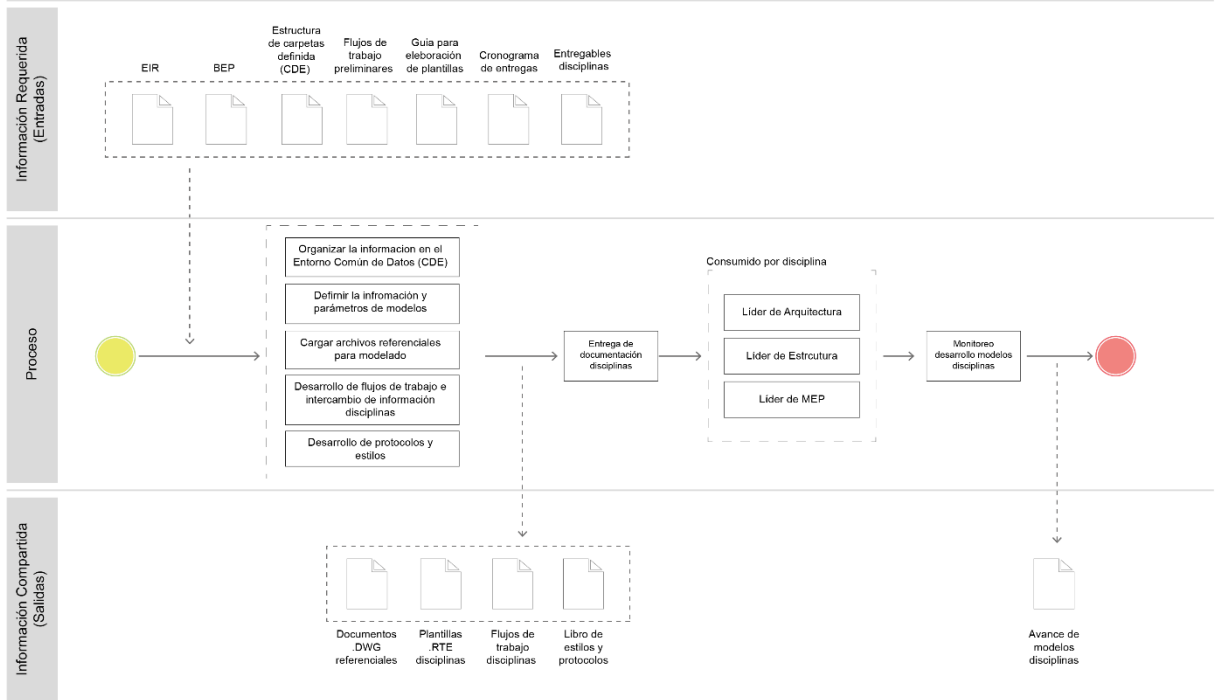


Gráfico 10. Flujo de Gestión de la Coordinación Multidisciplinar
Elaborado por: Autor, 2023

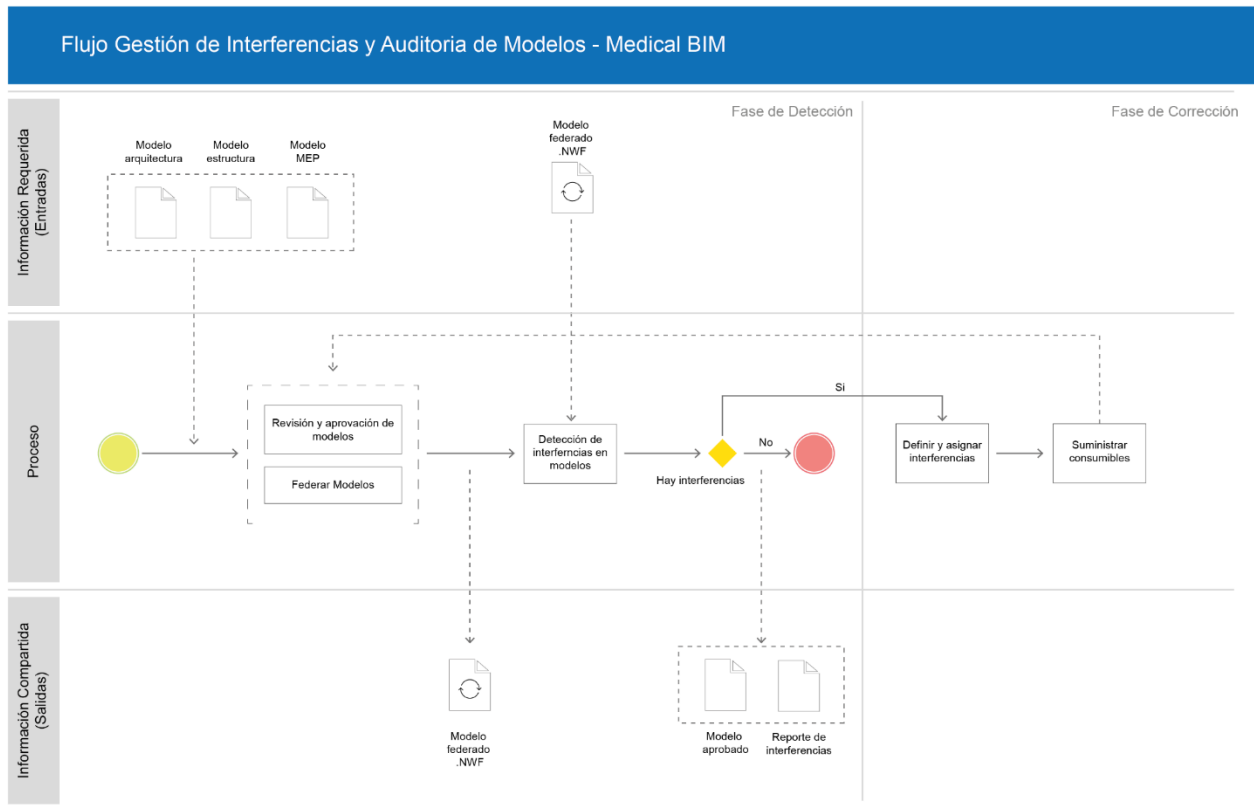


Gráfico 11. Flujo de Gestión de Interferencias y Auditoría de Modelos
Elaborado por: Autor, 2023

5.8 Intercambio de información BIM

5.8.1.1 Estructura de carpetas

Dentro del entorno común de datos seleccionado (ACC), se ha establecido una estructura de carpetas de tres niveles para organizar y almacenar la información del

proyecto de manera eficiente. Esta estructura jerárquica proporciona una organización clara y facilita la navegación y ubicación de los archivos.

Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	
1. Trabajo en Progreso (WIP)	1.1 Arquitectura	1.1.1 Documentos Base	
		1.1.2 Consumidos	
	1.2 Estructura	1.2.1 Documentos Base	
		1.2.2 Consumidos	
	1.3 MEP	1.3.1 Documentos Base	
		1.3.2 Consumidos	
	1.4 Coordinación	1.4.1 EIR	
		1.4.2 BEP	
		1.4.3 Reportes	
		1.4.4 Minutas	
		1.4.5 Programación y Costos	
	2. Compartidos	2.1 Arquitectura	2.1.1 Modelo
			2.1.2 Presupuesto
2.1.3 Cronograma			
2.2 Estructura		2.2.1 Modelo	
		2.2.2 Presupuesto	
		2.2.3 Cronograma	
2.3 MEP		2.3.1 Modelo	
		2.3.2 Presupuesto	
		2.3.3 Cronograma	
2.4 Coordinación		2.4.1 Modelo Federado	
		2.4.2 Presupuesto	
		2.4.3 Cronograma	

3. Publicados	3.1 Modelos	3.1.1 Arquitectura
		3.1.2 Estructura
		3.1.3 MEP
		3.1.4 Coordinación
	3.2 Documentación	3.2.1 Arquitectura
		3.2.2 Estructura
		3.2.3 MEP
		3.2.4 Coordinación
4. Archivado	4.1 Modelos	4.1.1 Arquitectura
		4.1.2 Estructura
		4.1.3 MEP
		4.1.4 Coordinación
	4.2 Documentación	4.2.1 Arquitectura
		4.2.2 Estructura
		4.2.3 MEP
		4.2.4 Coordinación

Tabla 30. Estructura de Carpetas para Organizar y Almacenar la Información
Elaborado por: Autor, 2023

Información a Intercambiar	Involucrados	Método de Intercambio	Formato de Intercambio
Modelos BIM	Arquitectura	Plataforma de colaboración BIM (Autodesk Construction Cloud)	RVT/ NWC/ IFC
	Estructura		
	MEP		
	Coordinación		NWF/ IFC

Tabla 31. Intercambio de Información – Modelos BIM
Elaborado por: Autor, 2023

5.8.2 Modelos BIM

5.8.2.1 Modelos a entregar

En el proyecto, se establecerá una frecuencia de entrega semanal de los modelos BIM para monitorear el estado de avance. Esto significa que cada semana se proporcionarán actualizaciones y revisiones de los modelos BIM de las diferentes disciplinas, reflejando los progresos realizados durante ese período.

Modelo	LOD 200	LOD 300
Arquitectónico	Modelo completo a nivel de anteproyecto	Enfocado al área de quirófanos (Piso n+ 4.00)
Estructural	Modelo completo a nivel de anteproyecto	Enfocado al área de quirófanos (Piso n+ 4.00)
MEP (Mecánico)	Modelo completo a nivel de anteproyecto	Enfocado al área de quirófanos (Piso n+ 4.00)
MEP (Sanitario)	Modelo completo a nivel de anteproyecto	Enfocado al área de quirófanos (Piso n+ 4.00)
MEP (Incendios)	Modelo completo a nivel de anteproyecto	Enfocado al área de quirófanos (Piso n+ 4.00)

Tabla 32. Modelos a Entregar
Elaborado por: Autor, 2023

Nota: En el proyecto, se establecerá una frecuencia de entrega semanal de los modelos BIM para monitorear el estado de avance. Esto significa que cada semana se proporcionarán actualizaciones y revisiones de los modelos BIM de las diferentes disciplinas, reflejando los progresos realizados durante ese período

5.8.3 Cronograma y presupuesto

Información Por Intercambiar	Involucrados	Método de Intercambio	Formato de Intercambio
Cronogramas y presupuestos	Arquitectura	Plataforma de colaboración BIM (Autodesk Construction Cloud)	Presto/ PDF
	Estructura		
	MEP		
	Coordinación		Presto/ PDF

Tabla 33. Intercambio de Información – Cronograma y Presupuesto
Elaborado por: Autor, 2023

5.8.4 Planos Constructivos

Información a Intercambiar	Involucrados	Método de Intercambio	Formato de Intercambio
Planos constructivos	Arquitectura	Plataforma de colaboración BIM (Autodesk Construction Cloud)	PDF
	Estructura		
	MEP		

Tabla 34. Intercambio de Información – Planos Constructivos
Elaborado por: Autor, 2023

5.9 Control de calidad del modelo

Como parte de buenas prácticas en la metodología BIM se busca obtener una buena calidad en los modelos previo a la coordinación, por esta razón se establecen los siguientes parámetros a cumplir de forma regular.

Revisión	Definición	Responsable	Software usado	Frecuencia
Visual	Asegurarse que no haya elementos duplicados y no deseados, así como también que se respete el diseño establecido.	Líderes	Revit 2023	Diaria
Auditorías	Realizar auditorías al modelo para verificar que la información este de acuerdo con lo establecido llegando a tener un margen del 80% de errores antes de enviar el modelo a coordinación.	Líderes	Revit 2023	Diaria
Interferencias	Detectar y dar solución a los conflictos espaciales dentro del modelo para evitar que los componentes del edificio afecten los procesos constructivos en el desarrollo del proyecto.	Líderes	Revit 2023	Diaria
Estándares	Asegurarse que los modelos se desarrollen a partir de los estándares BIM, cumpliendo los protocolos establecidos en el libro de estilos.	Líderes / Coordinador	Revit 2023	Semanal
Integridad	Verificar que la calidad y coherencia de la información que contienen los modelos sea confiable y precisa para garantizar que el conjunto de datos en el proyecto facilite la toma de decisiones a lo largo del ciclo de vida de este.	Coordinador / BIM Manager	Revit 2023	Quincenal

Tabla 35. Control de Calidad Modelos
Elaborado por: Autor, 2023

5.9.1 Revisiones del modelo

Para garantizar el correcto desarrollo de los modelos se establecerán las siguientes revisiones:

Modelo	Actividad	Frecuencia	Formato
Arquitectónico	Revisión	Semanal	.rvt
Estructural	Revisión	Semanal	.rvt
MEP	Revisión	Semanal	.rvt

Tabla 36. Revisiones de los Modelos
Elaborado por: Autor, 2023

Para dar seguimiento y certificar la interoperabilidad de los modelos estableceremos los siguientes parámetros para revisión.

Revisión General		
Componente	Condiciones de cumplimiento	S/N
Revisión visual del modelo	Revisar elementos incongruentes e innecesarios en el modelo.	
Punto de origen	El proyecto deberá adquirir las coordenadas georreferenciadas establecidas en el levantamiento topográfico.	
Identificación del modelo	Colocar nombre del proyecto y su ubicación.	
Nombres de niveles	El proyecto deberá tener los nombres de planta en todos los niveles.	
Identificación de objetos y nivel de información	Nombrar los objetos modelados de acuerdo con los estándares definidos y con el nivel de información requerida.	

Tabla 37. Revisión General
Elaborado por: Autor, 2023

Revisión Diseño		
Componente	Condiciones de cumplimiento	S/N
Tamaño del modelo	Menos a 300 Mgb.	
Linderos	Los linderos arquitectónicos deben coincidir con los estructurales.	
Congruencia en modelos	El modelo arquitectónico coincide con el estructural.	
Nomenclatura	Los elementos cumplen con el estándar establecido en el libro de estilo.	
Textos	Los textos cumplen con el estándar establecido en el libro de estilo.	
Nombres y numeración de láminas	Las láminas cumplen con el estándar establecido en el libro de estilo.	
Vista de planos	Las vistas de planos cumplen con el estándar establecido en el libro de estilo.	
Uso de elementos	Existen elementos sin uso.	
Gestión de advertencias	El número de advertencias es nulo o justificado.	
Navegador	El uso del navegador está de acuerdo con lo establecido en el protocolo.	

Tablas	Todas las tablas se encuentran en uso.	
Vínculos	Los archivos externos se encuentran correctamente justificados e insertados.	

Tabla 38. Revisión del Diseño
Elaborado por: Autor, 2023

Revisión de Modelos		
Componente	Condiciones de cumplimiento	S/N
Interferencias	Se han corregido los errores e interferencias en el modelo	
Estándares	Los modelos cumplen con los estándares acordados	
Elementos geométricos	Los elementos están correctamente posicionados y cumplen la función para la que fueron modelados	
Requerimientos del Cliente	Los requerimientos solicitados por el cliente se están cumpliendo	
Vistas y planos	Existen vistas o planos sin usarse	
Grupos	Existen elementos agrupados innecesarios	
Limpieza del archivo	Se ha purgado el modelo	
Auditoría del archivo	Se ha auditado el modelo	

Tabla 39. Revisión de Modelos
Elaborado por: Autor, 2023

Revisión MEP		
Componente	Condiciones de cumplimiento	S/N
Congruencia en modelos	El modelo MEP coincide con los modelos arquitectónicos y estructurales.	
Equipos	Todos los elementos modelados MEP se muestran en planos y tablas de cuantificación.	
Coordinación MEP	El modelo ha sido auditado	

Tabla 40. Revisión MEP
Elaborado por: Autor, 2023

5.10 Necesidades de infraestructura tecnológica

5.10.1 Hardware

Propietario	Modelo	Especificaciones
BIM Manager	Alienware 13	Procesador: Intel® Core™ i7-8850h CPU @2.40GHz; Memoria RAM: 16.0 GB; Disco Duro: 250 GB SSD, 500 GB SSD; Tarjeta Gráfica: NVIDIA GeForce GTX 960M 8 GB; Sistema operativo: Windows 10 Pro 64bit
BIM Coordinador	Alienware 15	Procesador: Intel® Core™ i7-9750H CPU @2.60GHz; Memoria RAM: 16.0 GB; Disco Duro: 500 GB SSD , 500 GB ; Tarjeta Gráfica: NVIDIA GeForce GTX 1660Ti 6 GB; Sistema operativo: Windows 10 Pro 64bit
Líder Arquitectura	Dell Precision 7730 Mobile Workstation	Procesador: Intel® Core™ i7-8850h CPU @2.60GHz; Memoria RAM: 16.0 GB; Disco Duro: 521 GB SSD ; Tarjeta Gráfica: ADM Radeon Pro WX 4150 4 GB; Sistema operativo: Windows 10 Pro 64bit
Líder Estructura	Lenovo Yoga	Procesador: Intel® Core™ i7-1165G7 CPU @2.80GHz; Memoria RAM: 16.0 GB; Disco Duro: 500 GB SSD , 500 GB ; Tarjeta Gráfica: Gráficos Intel® Iris® Xe integrados; Sistema operativo: Windows 10 Pro 64bit
Líder MEP	Alienware 13	Procesador: Intel® Core™ i7-8850h CPU @2.40GHz; Memoria RAM: 16.0 GB; Disco Duro: 250 GB SSD, 500 GB SSD; Tarjeta Gráfica: NVIDIA GeForce GTX 960M 8 GB; Sistema operativo: Windows 10 Pro 64bit

Tabla 41. Hardware a utilizar por el Equipo
Elaborado por: Autor, 2023

5.10.2 Software












Disciplina	Uso	Software	Versión	Icono
Todos	Gestión BIM proyecto	Trello	Siempre actual	
Entorno Común de Datos (CDE)	Intercambio de información y colaboración	Autodesk Construction Cloud	Siempre actual	
Arquitectura	Diseño y auditoria	Autodesk Revit	2023	
Estructura	Diseño y auditoria	Autodesk Revit	2023	
MEP	Diseño y auditoria	Autodesk Revit	2023	
Coordinación	Detección de interferencias y simulación constructiva	Autodesk Naviswork	2023	
Todos	Edición de texto	Microsoft Word	2019	
Todos	Hojas de cálculo	Microsoft Excel	2019	
Todos	Presentaciones	Microsoft Power Point	2019	
Todos	Diagrama de flujos	Microsoft Visio	2019	
Todos	Reuniones	Google Meets	Siempre actual	

Tabla 42. Softwares a utilizar por el Equipo
Elaborado por: Autor, 2023

5.10.3 Entorno común de datos (CDE)

En el proyecto, se ha seleccionado el Autodesk Construction Cloud como el entorno común de datos para facilitar el intercambio de información BIM en tiempo real. Este entorno brinda una plataforma colaborativa integral que permite a los diferentes actores del proyecto compartir, visualizar y gestionar eficientemente los

modelos BIM, los documentos y otros datos relevantes. Con el uso del Autodesk Construction Cloud, se promueve la interoperabilidad entre los equipos de diseño, ingeniería y construcción, asegurando que todos tengan acceso a la información actualizada en tiempo real. Además, esta plataforma ofrece herramientas de revisión y comentarios, permitiendo una comunicación fluida y una mayor coordinación entre los participantes del proyecto.

Nombre del CDE	Autodesk Construction Cloud
Proveedor del CDE	Autodesk
Link del CDE	https://acc.autodesk.com/projects

Tabla 43. Entorno Común de Datos (CDE) - Plataforma ACC
Elaborado por: Autor, 2023

5.11 Estructura del modelo

5.11.1 Estructura de nombres de archivo

Para codificar los archivos generados en el proyecto, la nomenclatura utilizada seguirá el siguiente formato:

Campo	Definición	Requerimiento	Longitud
Proyecto	Identificar el proyecto a desarrollar	Requerido	2 a 4
Creador	Organización creadora del documento	Requerido	2 a 4
Disciplina	Ámbito al que se corresponde el documento	Requerido	2 a 3

Descripción	Texto que describe el documento y su contenido	Requerido	Sin límite
Revisión	Versión del documento	Opcional	2 a 4

Tabla 44. Estructura de nombres de Archivos
Elaborado por: Autor, 2023

Ejemplo:

Proyecto	Creador	Disciplina	Descripción	Revisión
MB	G2	ARQ	MODELO	RV-01
MB	G2	EST	MODELO	RV-01
MB	G2	MEC	MODELO	RV-01

Tabla 45. Ejemplo de nombramiento de Modelos
Elaborado por: Autor, 2023

5.11.2 Coordenadas del proyecto

La ubicación georreferenciada del proyecto se registrará a las siguientes coordenadas:

Coordenadas del proyecto	
Origen del proyecto N/S	9882423.462
Origen del proyecto E/O	504566.3878
Elevación	2890 m
Angulo a norte real	283.70 °

Tabla 46. Coordenadas del Proyecto
Elaborado por: Autor, 2023

El proyecto se alineará con las coordenadas establecidas por el catastro municipal aprobado por las entidades municipales mediante el sistema TQM-DATUM WGS 84.

Nota: Las coordenadas establecidas en el proyecto servirán como referencia para la elaboración de los modelos de las diferentes disciplinas que intervienen en el proyecto, tomado como norma mandataria el punto “base del proyecto” y el “punto de reconocimiento”, para la georreferenciación de los modelos en el modelo federado.

5.11.3 Estándares del modelo

En este apartado se encontrarán las normas, anexos y estándares a nivel nacional e internacional para la implementación de la metodología BIM, así como también otros procesos de calidad que garanticen el correcto desarrollo de los modelos. Cabe recalcar que en nuestro país no existen normas oficiales para la implementación de esta metodología, por lo que el proyecto se desarrollara mediante normas internacionales basadas en la ISO 19650 series.

Uso	Estándar	Descripción
Gestión de la información	ISO 19650 series	Proporción de directrices para la gestión de la información a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto, estableciendo los requisitos para la organización, estructuración y entrega de la información durante las fases de diseño, construcción y operación de un edificio o infraestructura.
Nomenclatura de archivos BIM	Building Smart Spain (ISO 19650)	Proporciona una estructura de codificación y metadatos para identificar los diferentes documentos de un determinado proyecto
Nomenclatura de elementos BIM	BIM Learning (ISO 19650)	Proporciona una estructura de codificación para los elementos modelados, con el objetivo de facilitar el trabajo en equipo, manteniendo un sistema de nomenclatura claro y conocido por todos los participantes
Estructuración y clasificación de la información	COBie, IFC, OmniClass, Unifomat	Estándares y protocolos complementarios para categorizar el alcance de trabajo y los entregables de los diferentes modelos

Tabla 47. Estándares de Modelado
Elaborado por: Autor, 2023

5.12 Entregables del proyecto

Disciplina	Entregables	Formatos
Arquitectura	Planos de anteproyecto (Edificio Completo)	PDF
	Planos constructivos (piso nivel de quirófanos)	PDF
	Simulación Constructiva (piso nivel de quirófanos)	MP4
	Presupuesto (piso nivel de quirófanos)	PDF
	Cronograma (piso nivel de quirófanos)	PDF
Estructura	Planos de anteproyecto (Edificio Completo)	PDF
	Planos constructivos (piso nivel de quirófanos)	PDF
	Simulación Constructiva (piso nivel de quirófanos)	MP4
	Presupuesto (piso nivel de quirófanos)	PDF
	Presupuesto comparativo de losas alivianadas y postensadas	PDF
	Cronograma (piso nivel de quirófanos)	PDF
MEP	Planos constructivos (piso nivel de quirófanos)	PDF
	Simulación Constructiva (piso nivel de quirófanos)	MP4
	Presupuesto (piso nivel de quirófanos)	PDF
	Cronograma (piso nivel de quirófanos)	PDF
Coordinación	Comparativa de la metodología tradicional vs BIM	PDF
	Simulación Constructiva unificada (piso nivel de quirófanos)	MP4
	Presupuesto unificado (piso nivel de quirófanos)	PDF
	Cronograma unificado (piso nivel de quirófanos)	PDF

Tabla 48. Entregables del Proyecto
Elaborado por: Autor, 2023

5.13 Estrategias de entregables

Estrategias	Descripción
Definir los entregables	Mediante la parte contractual se desarrollarán entregables concretos y tangibles que reflejen el trabajo realizado para el que Medical BIM fue contratado
Establecer hitos de entrega	Se establecerán tres hitos de entrega previo a la entrega final, con el objetivo de que el cliente vea el avance del proyecto y las ventajas de la aplicación de la metodología BIM en este proyecto
Coordinación y colaboración	Crear canales de comunicación entre el cliente y Medical BIM para abordar cualquier problema o conflicto antes de la entrega final
Planificación de recursos	Nos aseguramos de contar con los recursos necesarios para producir y entregar la documentación acordada de manera oportuna
Gestión y control de la calidad	Se han establecido estándares que garanticen la calidad de los entregables mediante la revisión interna para corregir inconsistencias antes de entregar la documentación final al cliente
Empaquetado y documentación	Se organizarán los entregables de una forma lógica y estructurada mediante el uso de una estructura de carpetas y una correcta codificación de los archivos a entregar
Entrega y seguimiento	Se enviarán los entregables mediante transferencias electrónica y en la plataforma colaborativa, así como también de forma física asegurándonos de que los entregables sean adecuados para el uso del cliente
Archivado y documentación final	Se elaborará un informe en donde se registrarán los entregables incluyendo fechas, versiones y responsables

Tabla 49. Estrategias de Entregables
Elaborado por: Autor, 2023

Capítulo 6: Detalle del Rol

6.1 Introducción

La industria de la construcción es un sector que involucra a una gran cantidad de profesionales (arquitectos, ingenieros civiles, constructores, contratistas, etc.) para el desarrollo de un proyecto, desde etapas iniciales de diseño hasta su ejecución. Sin embargo, y a pesar de la importancia que tiene este sector para el país, los procesos tradicionales que se han implementado a lo largo del tiempo, no han permitido disminuir el borde de ruptura colaborativa que existe entre los diferentes actores implicados en estos procesos, dificultando la eficiencia y la calidad del proyecto.

Debido a la fragmentación en la industria, y la constante evolución de los procesos constructivos, el rol de Coordinador BIM surge como una pieza fundamental en la implementación de la metodología, generando una costura en los procesos constructivos mediante la creación de entornos colaborativos multidisciplinarios, optimizando y garantizando una adecuada planificación e integrando el trabajo que desarrollan las diferentes especialidades involucradas hacia un objetivo común.

6.2 Perfil del Coordinador BIM

“Es el responsable de la coordinación del equipo BIM en relación al cumplimiento de estándares, pliegos, BEP y contratos” (Barco Moreno, 2018, p.78). Como lo menciona David Barco M. en su libro, el rol de Coordinador BIM se relaciona directamente con la gestión de la información del proyecto, siendo un vínculo entre el BIM Manager y los líderes de las diferentes disciplinas involucradas, en este caso (arquitectura, estructura y MEP), con el objetivo de facilitar la comunicación y los entornos colaborativos de trabajo, evitando reprocesos en las etapas posteriores del proyecto.

Este rol surge como una parte integral dentro de la metodología BIM, articulando y proporcionando mejores procesos en el equipo para llegar al objetivo del proyecto, destacando aspectos clave dentro de la coordinación como los estándares y protocolos, la coordinación multidisciplinaria, la resolución de conflictos, la integración de datos que proporcionan los modelos, la documentación y la mejora continua de los flujos de trabajo.

6.3 Objetivos del Rol de Coordinador BIM

6.3.1 Objetivo General

Gestionar y coordinar la implementación BIM de forma eficiente, a través del manejo de la información generada por los modelos, asegurando que los profesionales implicados en el proyecto hagan uso de la metodología de forma correcta, mejorando la planificación y la comunicación para facilitar la toma de decisiones en la ejecución del proyecto.

6.3.2 Objetivos Específicos

- Desarrollar y dar seguimiento al cumplimiento del plan de ejecución BIM (BEP), definido al inicio del proyecto conjuntamente con el BIM Manager.
- Trazar los flujos de trabajo que se implementaran en el desarrollo del proyecto.
- Elaborar protocolos de coordinación que proporcionen un marco de trabajo a detalle para cada una de las disciplinas involucradas.
- Coordinar el trabajo multidisciplinar a través de la colaboración y la interacción con el grupo de profesionales que participan en el desarrollo del proyecto.
- Realizar el proceso de chequeo de los modelos BIM, asegurando la calidad de los entregables del proyecto.
- Gestionar la coordinación espacial asegurando la compatibilidad de los modelos con el resto de las disciplinas.
- Establecer una matriz que permita gestionar soluciones a las colisiones, interferencias y conflictos que se presenten en los modelos de información.

6.4 Etapa Inicial del Proyecto

El presente documento académico tiene como objetivo detallar las actividades que se han ido desarrollando como Coordinador BIM a lo largo del proyecto, y el aporte que

ha tenido la implementación de la metodología desde la perspectiva del rol a diferencia de la metodología tradicional.

6.4.1 Definición de Objetivos

Posterior a la adjudicación del proyecto se elabora una reunión con los miembros del equipo para definir el alcance, los plazos y los entregables específicos que responderán a los objetivos BIM que se plantearon para este proyecto, a partir de la oferta presentada al cliente a través del Pre-BEP. Esto nos permitirá consolidar una base para la ejecución del plan en las siguientes etapas y alinear a los miembros del equipo con los estándares que se implementaran para este proyecto.

6.5 Desarrollo del Plan BIM

Para establecer una base sólida y organizada para la elaboración del Plan de Ejecución BIM, hemos decidido trabajar en conjunto con el BIM Manager y seguir la guía proporcionada por la Universidad de Pensilvania, conocida como "BIM Project Execution Planning Guide". Esta decisión nos permitirá gestionar de manera eficiente la información relacionada con los modelos y asegurará la adecuada implementación de la

metodología BIM en nuestro proyecto. La utilización de esta guía garantizará una ejecución más efectiva y exitosa de nuestro enfoque BIM.

Tabla 50. *Categorías Plan de Ejecución BIM*

Fuente: Adaptado de (BIM Project Execution Planning Guide, 2010, p.27)

Plan de Ejecución BIM (Categorías)		Plan de Ejecución BIM (Visión General)
		Información del Proyecto
		Contactos clave del Proyecto
		Objetivos del Proyecto/Usos BIM
		Roles/Involucrados
		Diseño de Procesos BIM
		Intercambio de Información BIM
		BIM y Requisitos de Datos
		Precedimientos de Colaboración
		Control de Calidad
		Infraestructura Tecnológica
		Estructura de Modelos
		Entregables del Proyecto
		Estrategías de Entrega/Contratos

Elaboración: (Autor, 2023)

A partir de la estructura proporcionada por la guía de la Universidad de Pensilvania y en colaboración con el BIM Manager, se procederá al desarrollo del Plan de Ejecución BIM (BEP). Este plan será el documento detallado que establecerá las directrices específicas para la implementación de la metodología BIM en el proyecto. El BEP contendrá información esencial sobre cómo se gestionarán los modelos, los estándares BIM que se seguirán, los roles y responsabilidades del equipo, los plazos, los protocolos de intercambio de datos y cualquier otro aspecto relevante para asegurar una ejecución exitosa del proyecto utilizando la metodología.

Para la ejecución del proyecto se estableció una estructura organizacional como se muestra en el gráfico 12., permitiendo visualizar la relación antecesora y predecesora del Coordinador BIM con el resto del equipo.

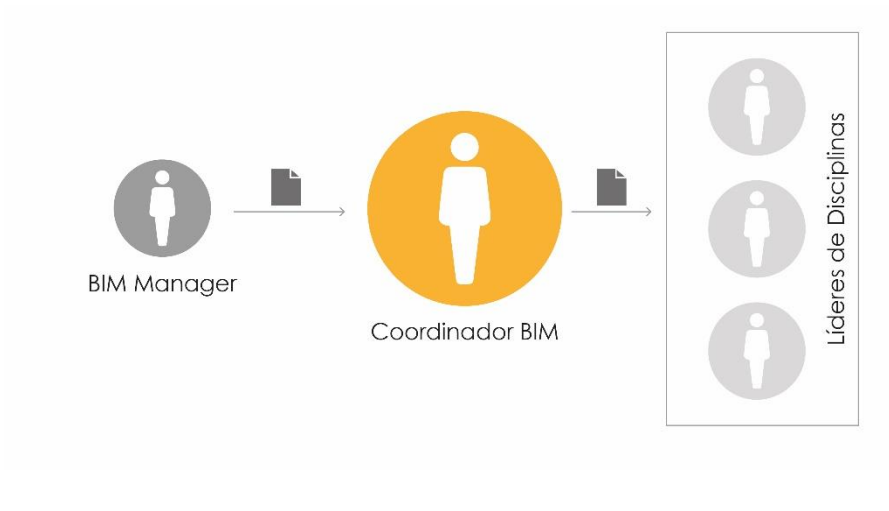


Gráfico 12. Estructura Organizacional con enfoque de Coordinación
Elaborado por: Autor, 2023

Desde esta etapa inicial el Coordinador BIM desarrolla un trabajo colaborativo con las disciplinas involucradas en el proyecto, facilitando la comunicación y asegurándose de que los objetivos planteados en el BEP se cumplan de manera eficiente a lo largo del ciclo de vida del proyecto. La gestión de la Coordinación se explica en el anexo B.

6.6 Responsabilidades del Coordinador BIM

En esta sección se detallará las responsabilidades asociadas al rol de Coordinador BIM dentro del proyecto, estableciendo un conjunto de tareas específicas que el rol desempeñará a lo largo del proyecto, con el objetivo de garantizar la implementación eficiente de la metodología BIM.

- Responsable de desarrollar y garantizar el cumplimiento del BEP, conjuntamente con el BIM Manager.
- Desarrollo de protocolos, procesos, flujos de trabajo, libros de estilo y plantillas de acuerdo a los establecido en el BEP para las diferentes disciplinas.
- Gestionar la información durante el desarrollo del proyecto en el CDE
- Coordinar reuniones con los líderes de las disciplinas para evaluar y auditar la información en los modelos.
- Elaboración de la matriz de interferencia e hitos de coordinación.
- Asegurar que los modelos cumplan con una auditoría interna antes de la entrega a coordinación.
- Evaluar la eficiencia del modelo BIM y del equipo de trabajo en relación con los objetivos establecidos para el proyecto.
- Integración de los modelos disciplinarios para generar un modelo federado.
- Revisar y desarrollar informes de colisiones mediante la matriz de interferencia entre las disciplinas y dar soluciones a los conflictos encontrados.
- Elaboración de un presupuesto unificado del nivel +4.00 integrando los presupuestos de las diferentes disciplinas.
- Elaboración de un cronograma unificado del nivel +4.00 integrando los cronogramas de las diferentes disciplinas.

6.7 Coordinación y Colaboración Inicial

A partir de la definición de las responsabilidades y funciones que el Coordinador BIM desempeñaran a lo largo del proyecto, el siguiente apartado desglosara las actividades iniciales que llevara a cabo el rol al comenzar el proyecto.

6.7.1 Comprensión del Proyecto

Previo a la planificación y al desarrollo de cualquier actividad es importante que el Coordinador BIM se familiarice con el proyecto e identifique los objetivos establecidos a partir de los siguientes elementos.

6.7.1.1 Alcance

Entender el alcance le permitirá al Coordinador BIM definir qué se debe lograr y que deber incluir el proyecto, estableciendo los elementos que de modelaran, la información que deberá estar incluida en estos modelos y cuál será el nivel de detalle requerido. Esto evitara que se incluyan elementos innecesarios o se omitan elementos importantes en el desarrollo de los modelos BIM, siendo más eficientes y efectivos para alcanzar el objetivo del proyecto.

6.7.1.2 Tiempo

Para el Coordinador BIM el factor tiempo es importante, ya que comprender los plazos y el cronograma que se llevara a cabo en el proyecto es esencial para determinar la eficiencia de la metodología BIM con la tradicional. Por esta razón es una pieza clave conocer las fechas importantes, los hitos y los plazos de entrega, ajustándonos al

calendario establecido y asegurándonos que las actividades planificadas se completen a tiempo y eviten retrasos en el proyecto.

6.7.1.3 Costo

Al establecer una comparativa entre la metodología BIM vs la metodología tradicional, el factor del costo se verá reflejado en como el Coordinador BIM maneja los recursos, herramientas y tecnologías asignadas de una manera eficiente y desarrolla estrategias para monitorear y controlar el presupuesto sin bajar la calidad de los entregables.

6.8 Configuración del Entorno Común de Datos (CDE)

Como se mencionó anteriormente este proceso se lo desarrolla conjuntamente con el BIM Manager, a partir del Plan de Ejecución BIM (BEP), en donde se establece una estructura de carpetas en tres niveles, aplicando como referencia la norma ISO 19650 para la organización de las carpetas. En esta sección el Coordinador BIM gestionara la información relacionada al proyecto, proporcionando la guía y los recursos necesarios para las diferentes disciplinas involucradas, facilitando y optimizando el intercambio de información con todos los involucrados del proyecto a través de una plataforma. En esto caso se usará Autodesk Construction Cloud (ACC) para gestionar y organizar toda información.

6.8.1 Manejo del Entorno Común de Datos

Toda la información generada durante el proyecto, se gestionará a través del Entorno Común de Datos (CDE) proporcionado por la plataforma de Autodesk (Construction Cloud – ACC), en la cual se recopilará y gestionará la información generada por las distintas disciplinas de manera colaborativa. En esta plataforma se

centralizará la información para posteriormente revisarla, aprobarla y repartirla con todos los involucrados en las diferentes etapas del proyecto.

Para el manejo del CDE el Coordinador BIM contará con acceso total a todas las carpetas creadas en la plataforma, permiso que será otorgado por el BIM Manager desde el inicio del proyecto, permitiéndole modificar la estructura de acuerdo a las necesidades del proyecto, con el objetivo de cargar y organizar la información pertinente para el desarrollo de la propuesta BIM, para lo cual se establece una nomenclatura que le permitirá al equipo guiarse de mejor manera dentro de este espacio.

6.9 Establecimiento de Estándares

Como parte de las responsabilidades que tienen el Coordinador BIM en el proyecto, está el establecer los estándares que se usaran en esta implementación, comunicando y proporcionando a las disciplinas involucradas los siguientes elementos:

6.9.1 Plantillas

Se elaboran archivos predefinidos para cada una de las disciplinas involucradas, los cuales contendrán una información estructurada y parámetros específicos para cada disciplina, con el objetivo de facilitar la creación y el desarrollo de los modelos. Este elemento es importante dentro de la implementación BIM, porque nos permitirá estandarizar procesos en la etapa de diseño, ayudándonos a mejorar el proceso de colaboración en etapas posteriores. Para la elaboración de estas plantillas se tomaron en cuentas los parámetros que se muestran en la tabla #.

Parámetro	Descripción
Unidades	Definir las unidades de medida que se usara en el modelos
Ubicación	Establecer el punto base del proyecto para failitar la coordinación de los modelos
Familias	Definir una biblioteca estándar para utilizar en los modelos
Vista y Hojas	Definir el numero de vistas necesarias para el proyecto y su nomenclatura
Estilos de Vistas	Definir la visualizacion de los elementos a través de una configuración de vista
Tablas de planificación	Configurar las tablas de planificación para programar las cantidades e información de los elementos
Escalas	Definir las escalas del proyecto para asegurar una representación grafica adecuada y legible
Rejillas	Establecer rejillas estándar para mayor precisión del modelado entre las disciplinas
Vinculación de archivos	Definir la vinculación de archivos de referencia

Tabla 51. Parámetros de Plantillas
Elaborado por: Autor, 2023

6.9.2 Protocolo de Diseño

Este documento se lo desarrolla para establecer estilos y protocolos de modelado para cada una de las disciplinas que participan en el proyecto, esto nos ayudara a mejor la organización de la información y como se debe entrega la misma a lo largo del proyecto. Este documento se lo desarrolla a partir de las directrices que nos proporciona tanto el BEP como el BIM Manager, con el fin de garantizar la calidad de la información en los modelos y el cumplimiento de las normas y parámetros establecidos en este protocolo. En esta fase el Coordinador BIM será el encargado de socializar los estilos y protocolos con los lideres de las disciplinas involucradas, modificándolo según sea necesario por las recomendaciones que cada líder sugiera para su área. Los temas desarrollados se ilustran en el siguiente gráfico.



Gráfico 13. Protocolo de Diseño
Elaborado por: Autor, 2023

6.10 Flujo de Trabajo

La elaboración de los flujos de trabajo, establecidos en el contrato del Coordinador BIM son esenciales para establecer los procesos y procedimientos en la implementación de la metodología BIM. Estos flujos se estructuran mediante tres partes como se muestra en el gráfico.

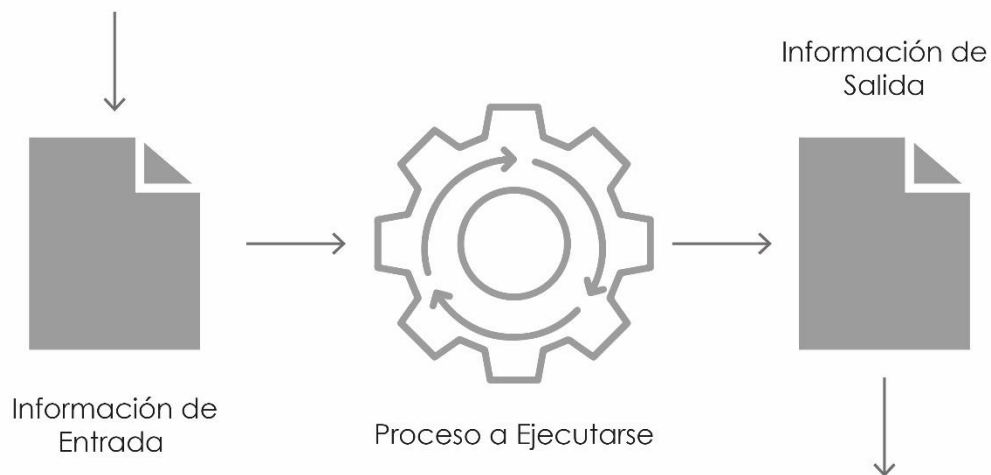


Gráfico 14. Estructura del Flujo de Procesos
Elaborado por: Autor, 2023

Para el desarrollo del proyecto, se establece un flujo general que permitirá dimensionar las actividades clave necesarias para cumplir con el objetivo del proyecto, complementado este proceso con flujos específicos que desglosarán detalladamente las actividades que se desarrollarán en cada una de las etapas o áreas específicas del proyecto. En el anexo E se muestra el flujo de trabajo general del proyecto. Esta información se especifica con mayor detalle en los anexos de coordinación, donde se amplían los procesos desarrollados en el proyecto.

Para los procesos de la Coordinación BIM, los flujos más representativos dentro de la implantación de la metodología son:

- **Gestión General del Proyecto**
- **Gestión de Coordinación Multidisciplinar**
- **Gestión de Interferencias y Auditorias**

6.11 Gestión de la Comunicación

La colaboración y la interacción efectiva con todo el equipo involucrado en el proyecto, es un factor clave para la implementación exitosa de la metodología BIM. En este proceso el Coordinador BIM llega a ser el vínculo principal para facilitar una comunicación fluida y asertiva con todos los participantes en el proyecto, asegurándose que los objetivos planeados estén alineados y unificados con todas las disciplinas y se comparta la misma visión del proyecto.

6.11.1 Canales de Comunicación

- **Incidencias:** Se estableció que el canal de mensajería formal a lo largo de todo el proyecto sea la que nos brinda la plataforma de Autodesk, ya que permite crear una bitácora en donde se asignan, controlan, detallan y almacenan todos los acontecimientos del proyecto.
- **Informes de Transferencias:** Para la entrega formal de archivos y documentos se utilizará el canal que nos brinda igualmente la plataforma de Autodesk, permitiendo controlar y almacenar los entregables para revisión y aprobación.
- **Reuniones de forma Remota:** Canal que se utilizara para coordinar las actividades del proyecto con gerencia y las diferentes disciplinas involucradas, permitiéndonos resolver temas importantes para el desarrollo del proyecto.
- **Mensajería Instantánea:** Canal informal que se utilizara para organizar y comunicar las reuniones con los miembros del equipo de forma rápida.

6.12 Documentación Inicial para el Desarrollo del Proyecto

Tomando como base la cláusula 5.1.5 de la ISO 19650-2 (ISO,2018), en donde se establecen los requisitos para la gestión de la información, el Coordinador BIM conjuntamente con el BIM Manager se encargarán de proporcionar toda la información y los recursos necesarios a las disciplinas involucradas del proyecto, para empezar a desarrollar los modelos.

La documentación y archivos necesarios para empezar a desarrollar los modelos serán los siguientes y se detallaran con mayor profundidad en los anexos que se encuentran en el presente trabajo.

- Protocolo de Diseño (Manual de estilo y modelado)
- Plantillas para cada una de las Disciplinas
- Matriz de Colisiones
- Inputs (Planos Referenciales en formato DWG)

6.13 Coordinación Multidisciplinar

Dentro de las responsabilidades a desarrollar por el Coordinador BIM en la implementación de esta metodología, se encuentra la Coordinación Multidisciplinar como un componente fundamental dentro del proceso BIM. En esta etapa la coordinación es una pieza clave para facilitar y liderar a los diferentes equipos y disciplinas que intervienen en el desarrollo del proyecto. En este proceso el Coordinador BIM identifica y aborda los conflictos en los modelos BIM previo a la etapa de ejecución.

Es importante mencionar que previo a este proceso, es obligación de los líderes de cada disciplina ejecutar una coordinación interdisciplinar, permitiendo resolver los conflictos internos del modelo antes de ser compartidos con las otras disciplinas. Cada

modelo disciplinario deberá pasar por una auditoria, la cual busca mejorar la calidad de la información generada.

La Coordinación Multidisciplinar tiene como alcance dentro del proyecto, obtener un modelo coherente, integrado con todas las disciplinas involucradas, evitando una duplicidad de esfuerzos al trabajar de forma independiente y garantizando el uso eficiente de los recursos que se extraen del modelo para cumplir con los objetivos de la implementación BIM de acuerdo a las necesidades que presenta el proyecto. Toda la información obtenida del modelo pasa por un proceso de verificación y aprobación como se ilustra en el siguiente gráfico, para asegurar que la información integral sea de aporte y este alineada con el alcance del Plan de Ejecución BIM.

6.13.1 Modelo Federado

Una de las características que más destaca en la Coordinación 3D con el uso de la metodología BIM, es la generación de un Modelo Federado, el cual se elabora a partir de la integración de los modelos de cada una de las disciplinas involucradas en el proyecto, en este caso incluirán arquitectura, estructura y MEP (Mecánica, Electricidad Plomería). Este modelo nos permitirá visualizar el proyecto integralmente, mejorando la colaboración y la coordinación con las disciplinas involucradas.

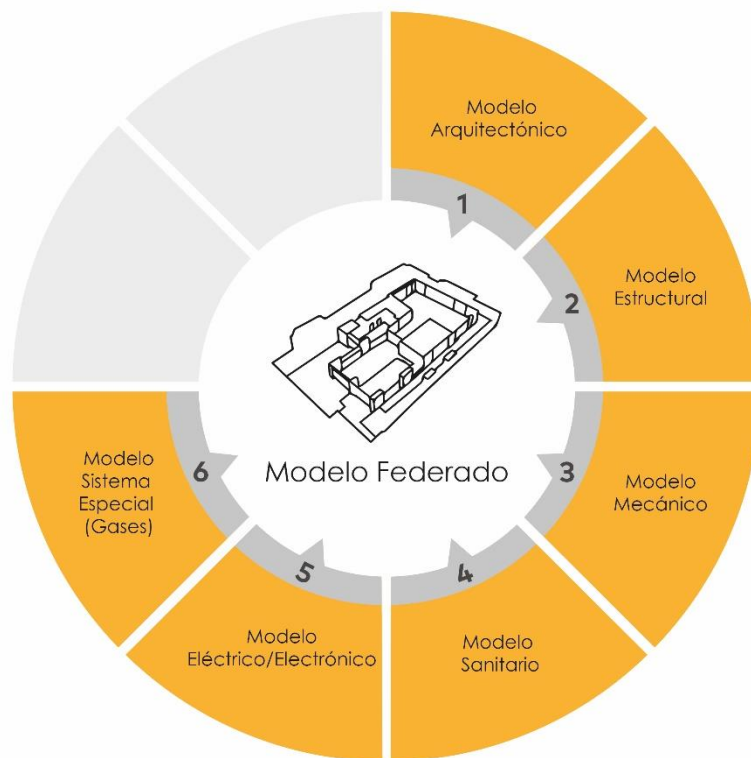


Gráfico 15. Integración del Modelo Federado
Elaborado por: Autor, 2023

6.14 Gestión de Interferencias

La gestión de interferencias es un proceso principal en la coordinación de proyectos BIM, que tiene como objetivo garantizar que el proceso de ejecución se desarrolle de forma eficiente y precisa a través de un análisis previo, que permitirá identificar y resolver los conflictos o interferencias entre los elementos modelados de las diferentes disciplinas que integran el proyecto. En este proceso el Coordinador BIM será responsable de definir los parámetros que se analizarán y la documentación que será necesaria para desarrollar este proceso, como se detalla en los siguientes apartados.

6.14.1 Tipos de Interferencias

Identificar y comprender los diferentes tipos de interferencias es importante para el Coordinar BIM ya que le permite desarrollar y ejecutar una gestión efectiva en el proyecto, resolviendo los conflictos que surjan de la integración de los modelos, a partir de las decisiones tomadas de acuerdo al tipo de interferencias o colisión. Entre las cuales tenemos:

- **Colisiones Duras:** Este tipo de colisiones se consideran críticas en la coordinación BIM, ya que representan un impacto significativo en el desarrollo del proyecto, afectando directamente al cronograma y al presupuesto en etapas posteriores, por lo que se dará una prioridad para resolverlas.

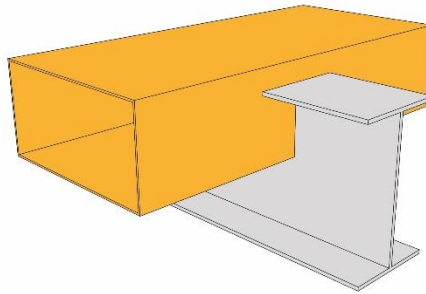


Gráfico 16. Colisiones Duras
Elaborado por: Autor. 2023

- **Colisiones Blandas:** Este tipo de colisiones no representan un impacto crítico en el desarrollo del proyecto, ya que presentan mayor facilidad de resolución a comparación de las colisiones duras. Sin embargo, es necesario identificarlas en el proceso de coordinación 3D, garantizando un flujo de trabajo eficiente para evitar problemas en etapas posteriores.

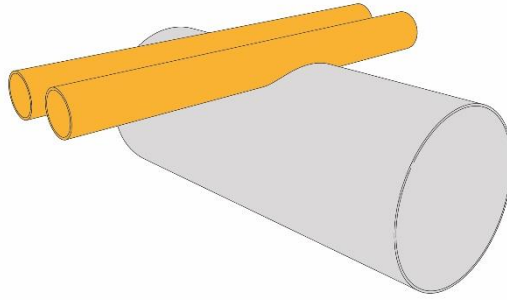


Gráfico 17. Colisiones Blandas
Elaborado por: Autor, 2023

6.15 Protocolo de Interferencias

En el marco del protocolo de gestión de interferencias, el Coordinador BIM emplea una guía de coordinación 3D para desarrollar estrategias, estas se basan en la identificación de hitos clave en el proyecto para la revisión, así como también el uso de una matriz de interferencias que facilitara la gestión de colisiones a través de parámetros de análisis que se utilizaran para dar seguimiento al proceso.

6.15.1 Matriz de Interferencias

La matriz de interferencia es una herramienta esencial para el Coordinador BIM en la gestión del proyecto, facilitando el proceso de análisis y colaboración entre disciplinas al identificar y destacar los elementos modelados que tenga un impacto directo en el modelo integrado del proyecto. A través de este proceso sistemático el Coordinador podrá dar prioridad a las acciones necesarias para resolver las interferencias, asegurando que se aborden las colisiones más críticas para el proyecto.

Para el desarrollo de esta matriz es necesario establecer parámetros para clasificar los criterios que se van a analizar. Estos parámetros responden a un sistema de jerarquía

que ayudan a determinar la gravedad y la premura, permitiendo generar un orden de prioridades para resolver los conflictos.

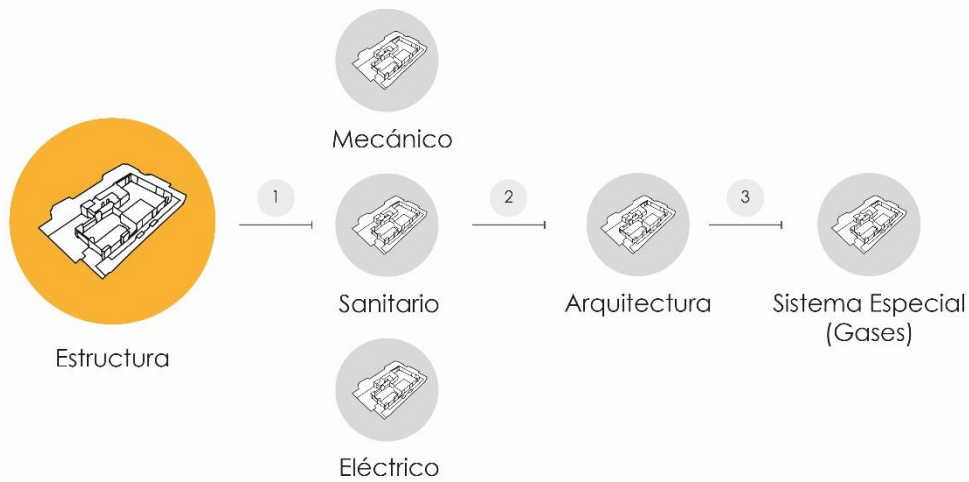


Gráfico 18. Estructura de Jerarquía Disciplinar
Elaborado por: Autor, 2023

Para establecer este orden es importante identificar la prioridad de los sistemas de acuerdo a la especificación del proyecto, asegurando que el enfoque este centrado en los aspectos con mayor relevancia para el desarrollo de este proceso. En la siguiente tabla se muestra la prioridad para la resolución de conflictos en la coordinación multidisciplinar.





Prioridades para Resolución de Conflictos			
Prioridad	Detalle de Prioridad	Definición de Prioridad	Color de identificación
1	Muy Alta	Colisiones que deben resolverse lo antes posible ya que tienen un impacto directo en el proyecto.	
2	Alta	Colisiones que se consideran importantes para el proceso de diseño y deben resolverse en esta etapa.	
3	Media	Colisiones que cambian periódicamente y se pueden corregir a medida que avanza el proyecto.	
4	Baja	Colisiones que son manejables y pueden resolverse durante la etapa de construcción.	

Tabla 52. Prioridades para resolución de Conflictos
Elaborado por: Autor, 2023

Al entender que cada proyecto tiene requerimientos y características específicas que hacen que ciertos sistemas tengan mayor prioridad que otros, se elabora una tabla en donde se definirá la jerarquía de los elementos, detallando las etapas en las que se desarrollaran los análisis y prioriza la resolución de los conflictos en el proyecto.

Como siguiente paso se desarrollará la matriz de interferencias ubicando los sistemas, subsistemas y elementos modelados que forman parte del proyecto. A partir de esta matriz se detallarán las prioridades de las entidades modeladas en cada disciplina, con el objetivo de analizar los elementos de forma independiente, detallando la prioridad para resolver los conflictos dentro del proyecto de acuerdo a la necesidad que presente.

Matriz de Coordinación General												
		Arquitectura	Estructura	Mecánico	Sanitario (Agua Lluvia/Negras)	Sanitario (Agua Potable)	Sistema Contra Incendios	Sistema Eléctrico/Electrónico	Sistema Especial (Gases)			
		1	2	3	4	5	6	8	7			
										Pruebas Totales Intra disciplinares		
										Pruebas Totales Multidisciplinarias		
										Definición de Modelos		
Arquitectura	1	D	N	N	N	N	N	N	N	1	0	Modelo Arquitectónico
Estructura	2		D	S	S	S	S	S	S	1	6	Modelo Estructural
Mecánico	3			D	S	S	S	S	S	1	5	Modelo Mecánico
Sanitario (Agua Lluvia/Negras)	4				D	S	S	S	S	1	4	Modelo Sanitario
Sanitario (Agua Potable)	5					D	S	S	S	1	3	
Sistema Contra Incendios	6						D	S	S	1	2	
Sistema Eléctrico/Electrónico	7							D	S	1	1	Modelo Eléctrico/SCI
Sistema Especial (Gases)	8								D	1	0	Modelo Sistema Espacial
Simbología												
	Hacer revisión de duplicidad	D										
	Hacer revisión de colisiones	S										
	No hacer revisión de colisiones	N										

Tabla 53. Matriz General de Coordinación
Elaborado por: Autor, 2023

La matriz de interferencia es una herramienta esencial en la coordinación de proyectos BIM, ya que muestra la interacción y colisiones entre los diferentes elementos modelados de cada disciplina, permitiendo analizar cada una de las entidades de forma individual e integral para detectar y gestionar las colisiones de acuerdo a la prioridad establecida.

Matriz de Interferencias		Arquitectura	Estructura	Mecánico	Sanitario	Eléctrico/Electrónico	Sistema Especial (Gases)
Arquitectura							
Mamposterías	C						
Puertas/Ventanas	C						
Pisos	C	D					
Techos	C						
Cielo Falso	C						
Carpintería Metálica	C						
Carpintería en Madera	C						
Estructura							
Cimentación	A		D				
Columnas	A			D			
Vigas	A				D		
Losas	A					D	
Escaleras	A						
Cubierta	A						
Muros	A						
Mecánico							
Ductos	A				D		
Terminales	A					D	
Equipos	A						D
Sanitario							
Tubería agua potable	C					D	
Equipos agua potable	C						D
Tubería ASS	A						D
Tubería SCL	C						
Equipos SCL	C						D
Eléctrico/Electrónico							
Bandejas eléctricas	A						D
Luminarias	C						
Sistema Especial (Gases)							
Tubería gas medicinal	C						D
Equipos gas medicinal	C						

Tabla 54. Matriz de Interferencias
Elaborado por: Autor, 2023

La detección temprana de problemas y colisiones le permiten al Coordinador BIM anticiparse a los problemas potenciales y gestionarlos de forma proactiva evitando retrasos y costos innecesarios que encarecen el proyecto. A través del uso de la matriz de interferencias en el proyecto se logran beneficios y resultados importantes en procesos de coordinación, teniendo un impacto significativo en cuanto a planificación, eficiencia y calidad.

6.15.2 Hitos de la Coordinación

A través de la definición de los parámetros y el uso de la matriz de interferencias mencionada anteriormente, se identificarán los hitos de coordinación, los cuales indicarán los puntos clave en el cronograma del proyecto en los que se llevara a cabo los análisis, revisiones y actividades de coordinación específicas de las disciplinas involucradas. Mediante el uso de esta herramienta se socializará y controlará la gestión de interferencias en el proyecto, facilitando la comunicación con los líderes de cada disciplina.

Hitos de Coordinación	Descripción Hito de Coordinación		Tipo de Proceso
	Comparativa Estructural Opción 1	Comparativa Estructural Opción 2	
Hito 1	Coordinar Estructura vs Mecánico (Nivel +4.00 - Quirófanos)	Coordinar Estructura vs Mecánico (Nivel +4.00 - Quirófanos)	ANÁLISIS
	1. Colisiones de elementos estructurales (vigas, columnas y losas) vs elementos mecánicos (dustos de ventilación)	1. Colisiones de elementos estructurales (vigas, columnas y losas) vs elementos mecánicos (dustos de ventilación)	
Detección H1	Reporte de colisiones y soluciones H1		
Hito 2	Coordinar Estructura vs Sanitario (Nivel +4.00 - Quirófanos)	Coordinar Estructura vs Sanitario (Nivel +4.00 - Quirófanos)	
	1. Colisiones de elementos estructurales (vigas, columnas y losas) vs elementos sanitarios (tubería sanitaria y ventilación)	1. Colisiones de elementos estructurales (vigas, columnas y losas) vs elementos sanitarios (tubería sanitaria y ventilación)	
Detección H2	Reporte de colisiones y soluciones H2		
Hito 3	Coordinar Sanitario vs Mecánico (Nivel +4.00 - Quirófanos)	Coordinar Sanitario vs Mecánico (Nivel +4.00 - Quirófanos)	
	1. Colisiones de elementos sanitarios (tubería sanitaria y ventilación) vs elementos mecánicos (ductos de ventilación)	1. Colisiones de elementos sanitarios (tubería sanitaria y ventilación) vs elementos mecánicos (ductos de ventilación)	
Detección H3	Reporte de colisiones y soluciones H3		
Hito 4	Coordinar Ingenierías MEP (Nivel +4.00 - Quirófanos)	Coordinar Ingenierías MEP (Nivel +4.00 - Quirófanos)	
	1. Colisiones de elementos MEP (ductos mecánicos, canaletas eléctricas, tubería sanitarias, sistema contra incendio, sistema de gases)	1. Colisiones de elementos MEP (ductos mecánicos, canaletas eléctricas, tubería sanitarias, sistema contra incendio, sistema de gases)	
Detección H4	Reporte de colisiones y soluciones H4		
Hito 5	Coordinar Estructura vs Arquitectura (Nivel +4.00 - Quirófanos)	Coordinar Estructura vs Arquitectura (Nivel +4.00 - Quirófanos)	
	1. Colisiones de elementos estructurales (vigas, columnas y losas) vs elementos mecánicos (mamposterías, puertas/ventanas)	1. Colisiones de elementos estructurales (vigas, columnas y losas) vs elementos mecánicos (mamposterías, puertas/ventanas)	
Detección H5	Reporte de colisiones y soluciones H5		
Hito 6	Coordinar modelos Estructurales, Arquitectónicos Y MEP (Nivel +4.00 - Quirófanos)		SOLUCIÓN
	1. Colisiones de elementos estructurales vs arquitectónicos vs MEP (Modelo Completo)		
Detección H6	Reporte de colisiones y soluciones H6		

6.16 Análisis de Interferencias

Desde el punto de vista de la coordinación BIM, el análisis de interferencias busca dar soluciones a los conflictos potenciales entre los elementos de diseño, mediante un proceso colaborativo que involucra a las disciplinas de cada especialidad, con el objetivo de mejorar la calidad del diseño y evitar problemas que pueden surgir en etapas posteriores. Esto también contribuye a una buena gestión de cambios y al desarrollo de soluciones integrales viables y eficientes según el impacto que estas interferencias tengan en el proyecto. En el anexo E se muestra el flujo del Coordinador BIM en el proceso de análisis de interferencias.

6.17 Estrategias para la Gestión de Interferencias

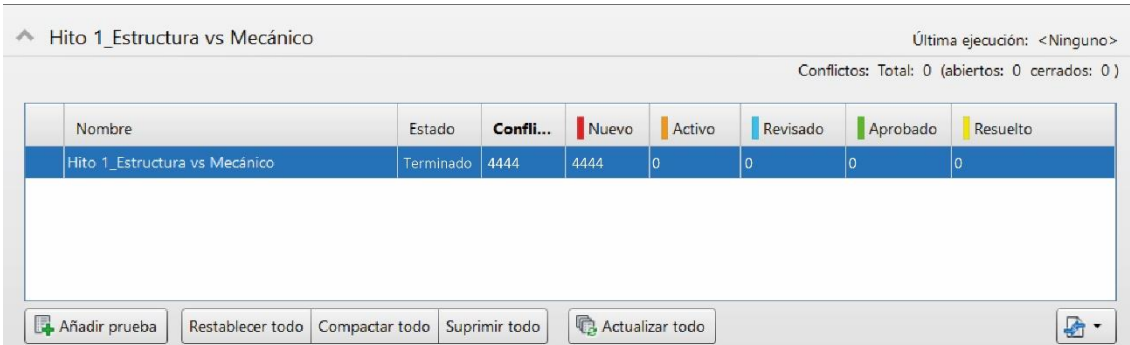
Después de analizar las interferencias, el Coordinador BIM elabora y gestiona estrategias para resolver los conflictos detectados. Estas estrategias permitirán implementar acciones correctivas en los modelos de las distintas disciplinas involucradas en el proyecto. A través de la coordinación BIM se asegura que las soluciones a implementar sean efectivas y coherentes con el diseño integral del proyecto. Este proceso es importante para obtener un modelo BIM sin conflictos previo a ejecutar la etapa de construcción

En esta etapa la integración de las herramientas de coordinación como son: la matriz de interferencia, los hitos de coordinación y las acciones correctivas buscan desarrollar un modelo integrado más preciso para un entregable final.

En la siguiente sección se describe el proceso implementado para la resolución de interferencias entre elementos modelados que se presentaron en el proyecto.

6.17.1 Detección de Conflictos

Tomando como referencia la tabla generada anteriormente (hitos de la coordinación), se procede a desarrollar un análisis de interferencias entre los elementos modelados, utilizando las herramientas de detección que nos brinda el software de Naviswork.



The screenshot shows a software interface for conflict analysis. At the top, it displays 'Hito 1_Estructura vs Mecánico' and 'Última ejecución: <Ninguno>'. Below this, a summary line indicates 'Conflictos: Total: 0 (abiertos: 0 cerrados: 0)'. A table with the following columns is shown: Nombre, Estado, Confl..., Nuevo, Activo, Revisado, Aprobado, and Resuelto. The table contains one row for 'Hito 1_Estructura vs Mecánico' with the following values: Terminado, 4444, 4444, 0, 0, 0, 0. At the bottom of the interface, there are several buttons: 'Añadir prueba', 'Restablecer todo', 'Compactar todo', 'Suprimir todo', 'Actualizar todo', and a print icon.

Nombre	Estado	Confl...	Nuevo	Activo	Revisado	Aprobado	Resuelto
Hito 1_Estructura vs Mecánico	Terminado	4444	4444	0	0	0	0

Gráfico 19. Análisis de Interferencias Hito 1
Elaborado por: Autor, 2023

6.17.2 Priorización y Análisis

Los conflictos detectados por el software se priorizan según la gravedad que nos muestra la matriz de interferencias. Para el presente caso de estudio se establece que la estructura tendrá prioridad sobre todas las disciplinas, debido a la condicionante del proyecto por ser una estructura existente.




Nombre	 	Estado	Nivel	Intersección de r...	Encontrado
● Conflicto1		Nuevo	▼ 4.Planta_n+4.0...	4'-C2	08:43:04 24-09-2023
● Conflicto2		Nuevo	▼ 4.Planta_n+4.0...	4'-C2	08:43:04 24-09-2023
● Conflicto3		Nuevo	▼ 4.Planta_n+4.0...	4'-C2	08:43:04 24-09-2023
● Conflicto4		Nuevo	▼ 4.Planta_n+4.0...	4'-C2	08:43:04 24-09-2023
● Conflicto5		Nuevo	▼ 4.Planta_n+4.0...	4'-C2	08:43:04 24-09-2023

Gráfico 20. Resultados de Análisis de Interferencias Hito 1
Elaborado por: Autor, 2023

6.17.3 Desarrollo de Soluciones

A partir del análisis y de comprender la naturaleza del conflicto se realiza una coordinación con el líder de la disciplina involucrada para modificar el diseño o encontrar alternativas que minimicen el impacto del conflicto.

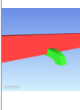
Imagen	Nombre de conflicto	Estado	Distancia	Ubicación de rejilla	Descripción	Fecha de detección	Asignado a	Punto de conflicto	Elemento 1				Elemento 2				Comentarios
									ID de elemento	Capa	Elemento Nombre	Elemento Tipo	ID de elemento	Capa	Elemento Nombre	Elemento Tipo	
	Conflicto1	Revisado	-0.183	4'-B : 5. Nivel+4.00	Estático (conservador)	2023/8/5 09:52	Arq. Kevin Romero	x:504542.276, y:9982395.466, z:7.515	ID de elemento: 545716	6. Nivel+8.00	Hormigón, Moldeado in situ, gris	Sólido	ID de elemento: 688226	5. MEC_Nivel+4.00	Conducto flexible rectangular	Sólido	#0 - fryas - 2023/8/5 09:53 Asignado a Arq. Kevin Romero #1 - fryas - 2023/8/5 09:54 Es necesario mover el conducto mecánico mas abajo para que no haya conflicto en la viga

Gráfico 21. Asignación de responsables para Conflictos
Elaborado por: Autor, 2023

6.17.4 Implementación de Soluciones

Las acciones correctivas se implementan en el modelo y se actualiza la documentación del proyecto para reflejar los cambios hechos.

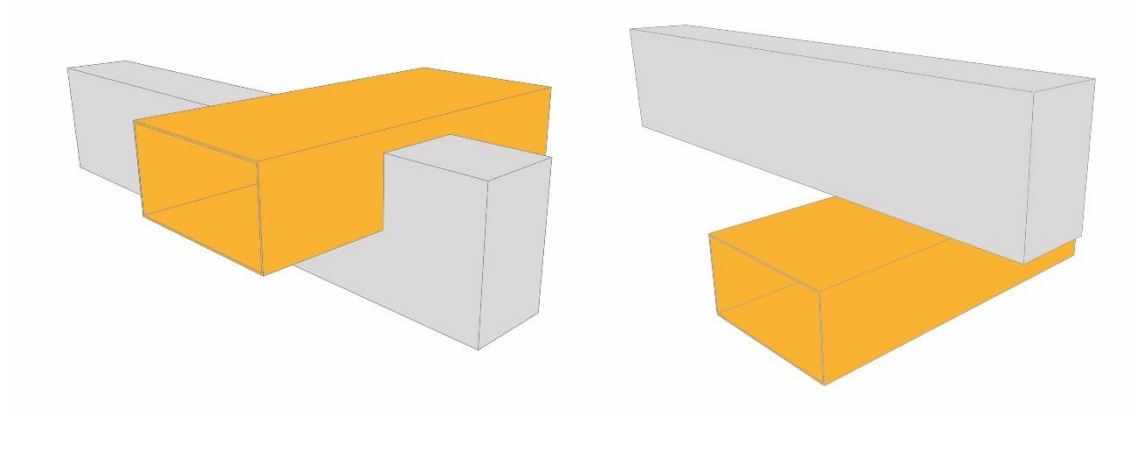


Gráfico 22. Implementación de Soluciones
Elaborado por: Autor, 2023

6.17.5 Seguimiento y Revisión

Es importante tomar en cuenta que al implementar las acciones correctivas se debe dar seguimiento respecto a los demás hitos de coordinación y asegurar que las soluciones realizadas sean efectivas y no generen nuevos conflictos.

A través de una correcta aplicación de las herramientas de coordinación BIM, es posible optimizar la colaboración y la eficiencia del proyecto, proporcionando un entorno óptimo para planificar y gestionar procesos complejos, mejorando la calidad, reduciendo costos y acelerando los plazos de entrega.

6.18 Aporte de la Coordinación BIM en Proyectos

En el contexto del desarrollo de proyectos, la Coordinación BIM brinda beneficios significativos en comparación con la metodología tradicional, en donde este rol no está bien definido o en muchas ocasiones no se lo utiliza.

Para resaltar el aporte de la implementación de la Coordinación en proyectos de construcción, es importante demostrar como el uso de la metodología BIM puede mejorar los procesos y los resultados del proyecto. Para el presente caso de estudio se contrasta la Coordinación BIM con el método tradicional de diseño, planificación y coordinación, resaltando grandes diferencias en términos de una detección temprana de interferencias, mayor precisión en el diseño a partir de modelos tridimensionales, reducción de errores y una alta eficiencia en costo y tiempo como se muestra en la siguiente tabla.

	Parámetro óptimo de Ejecución	Metodología Tradicional	Metodología BIM	Eficiencia
Reducción de Cambios durante la Construcción	100%	60%	90%	30%
Detección Temprana de Conflicto	100%	30%	90%	60%
Precisión de Planificación de Costos	100%	50%	80%	30%
Reducción de Tiempos de Diseño	100%	20%	60%	40%
Colaboración entre el equipo del Proyecto	100%	30%	70%	40%
Reducción de Errores	100%	35%	85%	50%
Gestión de Cambios	100%	25%	75%	50%
Eficiencia de Operación a largo plazo	100%	30%	80%	50%
			Total	44%

Tabla 56. Eficiencias de las Coordinación BIM en Proyectos
Elaborado por: Autor, 2023

Mediante esta tabla realizamos un cálculo estimado de los beneficios significativos de trabajar con metodología BIM en este proyecto, elaborando una

comparativa con la metodología tradicional con la cual fue desarrollado y planificado presente caso de estudio.

A partir de este análisis, se interpreta de forma general que la implementación de metodología BIM conjuntamente con la coordinación de proyectos, tienen un impacto positivo en la optimización del flujo de trabajo en el sector de la construcción. Esta sinergia permite que el proyecto cumpla exitosamente con los objetivos planteados, reduciendo errores, mejorando la comunicación y la colaboración con todo el equipo, así como también la ejecución de una planificación estructurada, cumpliendo con la calidad, plazos y costos de forma eficiente y efectiva.

6.19 Conclusiones del Rol

A pesar de la que la construcción es una de las industrias más colaborativas en el mundo, en la actualidad, los procesos tradicionales han hecho que esta se vaya fragmentando la misma, desvinculando todas las disciplinas involucradas. La clínica de especialidades que estamos ejecutando en este trabajo de titulación, es un claro ejemplo de esta problemática. Como se lo menciona anteriormente, este proyecto enfrente varios problemas tanto en la etapa de diseño como en su construcción.

A partir de esto considero que el rol de coordinador BIM integra estos procesos fragmentados y crea un espacio de trabajo más colaborativo. Esto se consigue comunicando eficientemente las necesidades y socializando las soluciones de diseño y construcción con los líderes de las diferentes disciplinas involucradas. De esta forma se garantiza que la implementación de la metodología BIM se desarrolle como lo establecido en plan de ejecución BIM.

Capítulo 7: Conclusiones y Recomendaciones

7.1 Conclusiones

Al aplicar la metodología BIM en la Clínica de Especialidades, estamos respondiendo a un proceso de aprendizaje, en donde se destacan los potenciales beneficios que conseguiremos en la gestión del proyecto al utilizar un enfoque BIM desde la perspectiva de la Coordinación BIM, garantizando la calidad de la información extraída de los modelos.

A partir de la gestión y la coordinación BIM, se estable una comunicación y un intercambio de información eficiente, que dependerá en gran parte a la colaboración de los todos los participantes que influyen en el proyecto. De esta forma, el Coordinador BIM desempeña una participación crucial para garantizar la correcta aplicación de los procesos en las diferentes etapas del proyecto, siendo un nexo entre la gerencia del proyecto y las disciplinas implicadas.

Con el uso de las herramientas de coordinación, el Coordinador BIM gestiona el proyecto, abordando problemas constructivos mediante el uso de un modelo integrado que facilita la toma de decisiones anticipadas. A través de este modelo integrado que combina diferentes disciplinas, se tendrá una perspectiva global del proyecto con mayor detalle y precisión.

Para crear un flujo de trabajo ordenado que contribuya a una buena gestión del proyecto es necesario establecer parámetros que nos facilitaran el trabajo colaborativo. Para desarrollar una implementación BIM exitosa, es impórtate que el coordinador tome en cuenta la norma ISO 19650, ya que ofrece criterios prácticos para la gestión de información y el cumplimiento de los objetivos planteados en el Plan de Ejecución BIM (BEP).

Es importante que haya un manejo adecuado de las interferencias en el proyecto, a través de una coordinación multidisciplinaria que gestione los conflictos eficientemente, con el uso del modelo integrado que permitirá revisar, aprobar y desarrollar soluciones, evitando retrasos y costos excesivos en los procesos constructivos.

EL rol del Coordinador BIM, va más allá de la documentación que genera y todas las actividades operativas que desempeña a lo largo del proyecto. Su impacto es significativo ya que actúa como un vínculo entre la planificación y la ejecución. En resumen, el pilar de la coordinación BIM es el trabajo colaborativo, a través del cual, se facilita la gestión de la información y el uso de las herramientas con el objetivo de beneficiar y mejorar los procesos de proyecto expuesto en este caso de estudio.

7.2 Recomendaciones

Se recomienda mantener un canal de comunicación activo entre las partes, con relación a lo establecido en el BEP, para garantizar el correcto desarrollo de todas las ingenierías del proyecto.

Para el desarrollo del manual de estilo, protocolo de modelado y plantillas es indispensable que el coordinador BIM involucre a los diferentes Líderes de cada disciplina previo a la entrega oficial de la documentación y al desarrollo del modelado 3D, para garantizar que las necesidades de cada disciplina sean correctamente programadas en los elementos previamente mencionados, de esta manera se garantiza un trabajo de modelado más fluido y seguro.

Se recomienda definir y aprobar los flujos de trabajo generales y disciplinares, los cuales permitan a todos los miembros del equipo entender claramente la forma de

proceder en cada una de sus labores dentro del proyecto, previo al inicio de la generación de información de cada disciplina.

Es indispensable identificar adecuadamente los interesados “Stakeholders” que pueda tener el proyecto a realizar, y garantizar su participación para unificar y garantizar que todas las necesidades sean solventadas con el producto final.

Esta metodología de trabajo para la gestión de un proyecto sin duda es el futuro de la Industria AEC del Ecuador y el mundo, pues nos encamina hacia la eficiencia, logrando que se alcancen parámetros y objetivos determinados incluso por debajo de los plazos establecidos. por lo que se recomienda a los entes gubernamentales profundizar y generar una normativa nacional BIM, que permita a las entidades públicas y privadas optimizar y mejorar los procesos en todas las distintas fases de un proyecto.

Capítulo 8: Referencias Bibliográficas

ACCIONA. (2020). *BUILDING INFORMATION MODELING BIM*. Obtenido de https://www.acciona.com/es/proyectos/bim/?_adin=02021864894

Autodesk. (2023). *VENTAJAS DE BIM*. Obtenido de ¿CUÁLES SON LAS VENTAJAS DE BIM?: <https://www.autodesk.mx/solutions/bim/benefits-of-bim#why-is-bim-important>

Autodesk University. (2022). *Norma ISO 19650, el entorno común de datos y Autodesk Construction Cloud*. Obtenido de <https://www.autodesk.com/autodesk-university/es/article/ISO-19650-Common-Data-Environment-and-Autodesk-Construction-Cloud->

2021#:~:text=La%20norma%20ISO%2019650%20establece,con%20ayuda%20de%20la%20tecnolog%C3%ADa

Banco Interamericano de Desarrollo. (2020). *ENCUESTA BIM AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE 2020*. Obtenido de <https://publications.iadb.org/es/encuesta-bim-america-latina-y-el-caribe-2020>

BIME Initiative. (2019). *BIM Dictionary*. Obtenido de Quality Management (QM): <https://bimdictionary.com/en/quality-management/1>

BIME Initiative. (2019). *BIM Dictionary*. Obtenido de Interoperability: <https://bimdictionary.com/en/interoperability/1>

Building SMART Spain. (Mayo de 2021). *INTRODUCCIÓN A LA SERIE EN ISO 19650*. Obtenido de <https://www.buildingsmart.es/recursos/en-iso-19650/>

BuildingSMART International. (2023). *Industry Foundation Classes (IFC)*. Obtenido de <https://technical.buildingsmart.org/standards/ifc>

BuildingSMART International. (2023). *What is openBIM®?* Obtenido de <https://www.buildingsmart.org/about/openbim/openbim-definition/>

BuildingSMART Spain. (2022). *¿Qué es BIM?* Obtenido de <https://www.buildingsmart.es/bim/qu%C3%A9-es/>

BuildingSmart Spain. (2023). *Manual de Nomenclatura de Documentos al utilizar BIM*. Obtenido de <https://www.buildingsmart.es/recursos/nomenclatura-documentos-bim/>

Cekin, E., & Seyis, S. (2020). *BIM Execution Plan based on BS EN ISO 19650-1 and BS EN ISO*. Obtenido de

<https://eresearch.ozyegin.edu.tr/bitstream/handle/10679/7657/BIM%20execution%20plan%20based%20on%20BS%20EN%20ISO%2019650%e2%80%901%20and%20BS%20EN%20ISO%2019650%e2%80%902%20standards.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Coloma, E., & Garcés, J.-M. (2022). *Control de calidad de los modelos*. Obtenido de <https://www.buildingsmart.es/recursos/comunicaci%C3%B3n-con-bcf/control-de-calidad-de-los-modelos/>

EN ISO 19650-1. Organización Internacional de Normalización. (2018). *Organización y digitalización de la información en obras de edificación e ingeniería civil que utilizan BIM (Building Information Modelling). Parte 1: Conceptos y principios. (ISO 19650-1:2018)*.

Hidroplan Cia. Ltda. (2022). *¿Qué es el BIM y por qué es tan importante para el diseño de proyectos?* Obtenido de <https://www.hidroplan.com.ec/post/qu%C3%A9-es-el-bim-y-por-qu%C3%A9-es-tan-importante-para-el-dise%C3%B1o-de-proyectos>

Moon , L. (2019). *¿Qué es un flujo de trabajo y para qué se usa?* Obtenido de <https://blog.trello.com/es/que-es-un-flujo-de-trabajo-ejemplo>

Organización Internacional de Normalización. EN ISO 19650-2. (2018). *EN ISO 19650-2. Organización y digitalización de la información en obras de edificación e ingeniería civil que utilizan BIM (Building Information Modelling). Parte 2: Fase de entrega del activo. (ISO 19650-2: 2018)*.

- Planbim, Comité de Transformación Digital, Corfo. (2019). *Roles BIM y Matriz de Roles BIM*. Obtenido de <https://planbim.cl/documentos/matriz-roles/matriz-roles/matriz-roles-enlace/>
- PlanGrid; FMI. (2018). *2018 Industry Report. Construction Disconnected*. Obtenido de https://constructionblog.autodesk.com/wp-content/uploads/2023/03/Construction_Disconnected.pdf
- Ruiz, A. (2021). *El crecimiento de la digitalización en construcción y el sector AEC*. Obtenido de <https://checktobuild.com/digitalizacion-en-construccion/#auto-popup>
- SACYR. (2023). *DIGITALIZACIÓN E INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA CONSTRUIR EDIFICIOS CON BIM*. Obtenido de <https://www.sacyr.com/-/digitalizacion-e-inteligencia-artificial-para-construir-edificios-con-bim#:~:text=Este%20modelo%20permite%20gestionar%20la,%2C%20renovaci%C3%B3n%20y%20Fo%20demolici%C3%B3n>.
- Soto, C., Manriquez, S., Tala, N., Sauznabar, C., & Henriquez, P. (2022). *Guía para la implementación de Building Information Modelling a nivel de pilotos en proyectos de construcción pública*. Obtenido de <https://publications.iadb.org/publications/spanish/viewer/Guia-para-la-implementacion-de-Building-Information-Modelling-a-nivel-de-pilotos-en-proyectos-de-construccion-publica.pdf>
- United Nations Population Fund. (2022). *World Population Dashboard*. Obtenido de <https://www.unfpa.org/data/world-population-dashboard>

United Nations. Department of Economic and Social Affairs. (2022). *World Population Prospects 2022*. Obtenido de <https://population.un.org/wpp/>

Uribe & Schwarzkopf. (s.f.). *Grandes ideas para que logres terminar tu carrera de arquitectura*. Obtenido de <https://blog.uribeschwarzkopf.com/grandes-ideas-para-que-logres-terminar-tu-carrera-de-arquitectura>

Getting started with BIM for building design - damassets.autodesk.net. (s.f).
<https://damassets.autodesk.net/content/dam/autodesk/www/pdfs/autodesk-ebook-bim-getting-started-guide-bldgs-en.pdf>

Moreno, B. D. (2019). *Guía para implementar Y gestionar proyectos bim: Diario de un BIM manager*.

Capítulo 9: Anexos

Anexo #	Nombre del Archivo	Contenido	Formato
Anexo A	MB_G2_BEP	Plan de Ejecución BIM	PDF
Anexo B	MB_G2_EIR	Requerimientos del Cliente	PDF
Anexo C	MB_G2_Protocolo_Modelado	Protocolo de Modelado	XLS/PDF
Anexo D	MB_G2_Plantillas	Plantillas de las Disciplinas	RTP
Anexo E	MB_G2_Flujos_Coordinación	Flujos de Coordinación	PDF
Anexo F	MB_G2_Hitos_Coordinación	Hitos de la Coordinación	XLS
Anexo G	MB_G2_Matriz_Interferencias	Matriz de Interferencias	XLS
Anexo H	MB_G2_Modelo_Federado	Modelo Federado	NWF
Anexo I	MB_G2_Reporte_Colisiones	Reporte de Colisiones	PDF

Tabla 57. Anexos de Coordinación
 Elaborado por: Autor, 2023