



**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 LÍDER DE  
ARQUITECTURA BIM”**

Autor:

Eduardo Renato Vinueza Cevallos

Quito, octubre del 2023



### **Declaración Juramentada**

Yo, Eduardo Renato Vinueza Cevallos, con cédula de identidad # 060332242-1, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado a calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

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

D. M. Quito, octubre de 2023

---

Arq. Eduardo Renato Vinueza Cevallos

Líder de Arquitectura Clínica de Especialidades

Correo electrónico: [eduardo.vinueza@uisek.edu.ec](mailto:eduardo.vinueza@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 LÍDER DE  
ARQUITECTURA BIM”**

Realizado por:

**EDUARDO RENATO VINUEZA CEVALLOS**

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 Líder de Arquitectura Bim”

Por:

Arq. Eduardo Renato Vinueza Cevallos

Octubre 2023

Aprobado:

Violeta, C, Rangel, R, Tutor

XXXXXX, X, XXXXXX, X, Presidente del Tribunal

XXXXXX, X, XXXXXX, X Miembro del Tribunal

XXXXXX, XXXXXX, Miembro del Tribunal

Aceptado y Firmado:

\_\_\_\_\_  
XXXXXX, X, XXXXXX, X.

Octubre, 2023

Aceptado y Firmado:

\_\_\_\_\_  
XXXXXX, X, XXXXXX, X.

Octubre, 2023

Aceptado y Firmado:

\_\_\_\_\_  
XXXXXX, X, XXXXXX, X.

Octubre, 2023

\_\_\_\_\_  
Octubre, 2023

XXXXXX, X XXXXXX, X

Presidente(a) del Tribunal

Universidad Internacional SEK



### **Dedicatoria**

Dedico este trabajo de titulación a mi madre, Cumandá Cevallos, por estar junto a mi cada día de mi vida brindándome su cariño y su apoyo incondicional.

A mi padre, Carlos Vinuesa, por la educación y acompañarme durante este proceso permitiéndome poder cumplir con un sueño más de mi existencia.



### **Agradecimiento**

Agradezco profundamente a Dios por cuidarme, guiarme en mi camino y ser mi guía espiritual, a mis compañeros de proyecto de titulación por su colaboración y soporte en todo momento, mi tutor por sus consejos y acertada guía para poder llegar a esta instancia; y finalmente, a los profesores de la Universidad Internacional SEK por su vocación y transferencia de conocimiento a lo largo de este proceso de aprendizaje. Siempre los llevaré presentes en mis pensamientos y desarrollo profesional.



## Resumen

La Industria de la Construcción en la ejecución de proyectos ha batallado generalmente con la incompatibilidad de la documentación (planos de: arquitectura, estructura e ingenierías), y las interferencias entre los elementos de las distintas disciplinas, en especial las instalaciones; así nace la necesidad de contar con herramientas tecnológicas que nos permitan identificar y solventar los problemas a tiempo; y, contar con el personal profesional capaz de coordinar y gestionar procesos, herramientas y equipo técnico para cumplir los objetivos y requisitos de un proyecto.

El presente trabajo de titulación tiene por objeto, la implementación y aplicación de la metodología BIM, en las fases de diseño y planificación de una Clínica de Especialidades, de acuerdo a estándares internacionales y normativa ISO 19650.

En este se detallan todos los procesos a cargo del líder de arquitectura, que se ejecutaron conforme a los requerimientos y flujos de trabajo establecidos, y demuestran la evolución del diseño y la planificación respecto de los sistemas de diseño tradicionales a través del uso de un modelo tridimensional parametrizado cargado de datos actuales y reales, que permite crear, ordenar y entregar información de calidad, así como generar cronogramas de ejecución y presupuesto de obra por etapas y de manera controlada, analizarlos y monitorearlos con simulaciones que nos ayudan a tomar de decisiones en la ejecución del proyecto, volviéndonos más eficaces. Finalmente, queda en evidencia que el procedimiento adoptado admite un ahorro del tiempo y costo, y satisface los requerimientos del cliente y del proyecto.

*Palabras clave: metodología BIM, líder de arquitectura, diseño, planificación, modelo arquitectónico, tiempo, costo.*



### **Abstrac**

*The Construction Industry in the execution of projects has generally struggled with the incompatibility of the documentation (plans of: architecture, structure and engineering), and the interferences between the elements of the different disciplines, especially the installations; This is how the need to have technological tools that allow us to identify and solve problems on time arises; and, have professional staff capable of coordinating and managing processes, tools and technical equipment to meet the objectives and requirements of a project.*

*The purpose of this degree work is the implementation and application of the BIM methodology, in the design and planning phases of a Specialty Clinic, according to international standards and ISO 19650 regulations.*

*This details all the processes carried out by the architecture leader, which were executed according to the established requirements and workflows, and demonstrates the evolution of design and planning with respect to traditional design systems through the use of a model parameterized three-dimensional loaded with current and real data, which allows creating, ordering and delivering quality information, as well as generating execution schedules and work budget in stages and in a controlled manner; analyzing and monitoring them with simulations that help us make decisions in the execution of the project, becoming more effective. Finally, it is evident that the adopted procedure admits a saving of time and cost, and satisfies the requirements of the client and the project.*

*Keywords: BIM methodology, architecture lead, design, planning, architectural model, time, cost.*



## Tabla de Contenido

Declaración Juramentada.....	I
Declaratoria .....	II
“Aplicación de la Metodología BIM en las Etapas de Diseño y Planificación de la Clínica de Especialidades, Rol Líder de Arquitectura Bim”.....	III
Dedicatoria .....	IV
Agradecimiento .....	V
Resumen .....	VI
Abstrac.....	VII
Tabla de Contenido.....	VIII
Lista de Figuras .....	XV
Lista de Tablas .....	XVII
Tabla de Abreviaturas .....	XX
<b>Capítulo 1: Objetivos Académicos.....</b>	<b>21</b>
1.1    Introducción .....	21
1.2    Objetivos Generales del Trabajo Académico.....	21
1.3    Objetivos Específicos del Trabajo Académico .....	22
<b>Capítulo 2: Descripción del proyecto .....</b>	<b>24</b>
2.1    Introducción .....	24
2.2    Antecedentes .....	24
2.3    Descripción del proyecto .....	25
<b>Capítulo 3: Metodología BIM .....</b>	<b>27</b>
3.1    Introducción .....	27



3.2	Marco Teórico Metodología BIM, Norma ISO 19650 .....	27
3.2.1	Definición Metodología BIM .....	27
3.2.2	Normativa Metodología BIM ISO 19650 .....	28
3.2.3	Ventajas de la Metodología BIM .....	29
3.2.4	Roles y Estructura Organizacional.....	29
3.2.5	Esquema general del desarrollo de la información .....	30
3.2.6	Interoperabilidad - Formatos Abiertos .....	30
3.3	Fundamentos de la norma ISO 19650.....	32
3.3.1	EIR: Intercambio de los Requerimientos de Información .....	33
3.3.2	BEP: Plan de Ejecución BIM.....	34
3.3.3	Flujos de Trabajo.....	35
3.3.4	CDE: Entorno Común de Datos.....	35
3.3.5	Gestión de Calidad.....	37
3.4	Importancia de la metodología BIM en la industria de la construcción .....	37
3.5	Importancia de la Implementación BIM en el Proyecto .....	39
3.5.1	Solución de Colisiones e Interferencias.....	39
3.5.2	Gestión y estructuración de la información .....	40
3.5.3	Optimización en la entrega de información .....	41
<b>Capítulo 4:</b>	<b>EIR .....</b>	<b>42</b>
4.1	Introducción .....	42
4.2	Situación del proyecto.....	42
4.3	EIR - Requisitos de información del cliente .....	43
4.3.1	Desarrollo EIR .....	43



4.3.2	Descripción del proyecto .....	43
4.3.3	Integrantes y Roles.....	44
4.3.4	Objetivo general.....	44
4.3.5	Objetivos Específicos.....	45
4.3.6	Usos BIM.....	45
4.3.7	Plan de entrega de información (IDP) .....	46
4.3.8	Plantilla de proyecto BIM.....	46
4.3.9	Niveles de detalle (LOD).....	46
4.3.10	Niveles de información (LOI).....	47
4.3.11	Plantillas de biblioteca de objetos BIM .....	48
4.3.12	Protocolo de intercambio de información de construcción.....	48
4.3.13	Protocolo de gestión de la información de la construcción (CIMP).....	50
4.3.14	Requisitos de responsabilidad.....	51
4.3.15	Requisitos.....	51
4.3.16	Responsabilidades.....	51
4.3.17	Protocolo de coordinación BIM.....	52
4.3.18	Estándares de calidad.....	54
4.3.19	Planificación del proyecto.....	54
4.3.20	Monitoreo y medición.....	55
4.3.21	Softwares a utilizar .....	56
4.3.22	Entregables.....	56
4.3.23	Conclusiones .....	57
4.3.24	Firmas de compromiso.....	59



<b>Capítulo 5: BEP</b> .....	<b>60</b>
5.1 Plan de ejecución BIM Medical Project .....	60
5.1.1 Introducción .....	61
5.2 Información del proyecto.....	61
5.2.1 Datos del proyecto .....	61
5.2.2 Cronograma de trabajo.....	62
5.3 Información clave del proyecto .....	63
5.3.1 Contactos.....	63
5.3.2 Detalle contractual .....	63
5.4 Objetivos BIM del proyecto.....	64
5.4.1 Objetivos generales BEP.....	64
5.4.2 Objetivos BIM estratégicos.....	64
5.5 Usos BIM.....	65
5.5.1 División de modelos .....	65
5.5.2 Usos del modelo.....	65
5.5.3 Tabla de usos BIM .....	66
5.5.4 Análisis de usos BIM.....	67
5.5.5 Capacidades requeridas para usos BIM.....	67
5.6 Funciones y personal de la organización .....	69
5.6.1 Organigrama Medical BIM.....	69
5.6.2 Capacidades del Equipo.....	70
5.6.3 Roles y Responsabilidades.....	71
5.7 Diseño de procesos BIM.....	74



5.8	Intercambio de información BIM .....	76
5.8.1	Estructura de carpetas .....	76
5.8.2	Modelos BIM .....	78
5.8.3	Cronograma y presupuesto .....	79
5.8.4	Planos Constructivos.....	79
5.9	Control de calidad del modelo .....	80
5.9.1	Revisiones del modelo .....	80
5.10	Necesidades de infraestructura tecnológica.....	82
5.10.1	Hardware.....	82
5.10.2	Software .....	83
5.10.3	Entorno común de datos (CDE).....	83
5.11	Estructura del modelo .....	84
5.11.1	Estructura de nombres de archivo.....	84
5.11.2	Coordenadas del proyecto.....	84
5.11.3	Estándares del modelo .....	85
5.12	Entregables del proyecto.....	86
5.13	Estrategias de entregables.....	86
<b>Capítulo 6:</b>	<b>Rol Líder de Arquitectura.....</b>	<b>88</b>
6.1	Introducción .....	88
6.2	Organigrama del Rol.....	88
6.3	Descripción del Rol.....	89
6.4	Funciones y Responsabilidades del Líder de Arquitectura .....	90
6.5	Objetivos Líder de Arquitectura.....	91



6.6	Equipo de Trabajo .....	92
6.7	Métodos de Comunicación .....	92
6.7.1	Plataforma Google Meet.....	92
6.7.2	Trello.....	92
6.7.3	WhatsApp .....	93
6.8	Software .....	94
6.9	Entorno Común de Trabajo.....	94
6.10	Estructura de carpetas .....	95
6.11	Hitos del rol de arquitectura.....	96
6.12	Cronograma de trabajo.....	97
6.13	Guía de diseño.....	97
6.13.1	Nomenclatura .....	97
6.13.2	Abreviatura .....	98
6.13.3	Descripción detallada de los elementos de arquitectura .....	100
6.14	Flujos de procesos del rol .....	103
6.15	Descripción de actividades Proyecto “Clínica de Especialidades” .....	104
6.15.1	Consumibles.....	104
6.15.2	Proceso de Modelado Arquitectónico .....	104
6.16	Usos del modelo de arquitectura.....	121
6.17	Programación y Control de Obra Nivel +4.00 Área de Quirófanos .....	122
6.17.1	Cronograma de ejecución de obra.....	125
6.17.2	Presupuesto Nivel +4.00 Área de Quirófanos .....	127
6.17.3	Simulación Constructiva.....	131



6.18	Entregables.....	133
6.19	Conclusiones del rol.....	136
<b>Capítulo 7: Conclusiones y Recomendaciones.....</b>		<b>139</b>
7.1	Conclusiones.....	139
7.2	Recomendaciones.....	139
<b>Referencias Bibliográficas.....</b>		<b>141</b>
<b>Anexos.....</b>		<b>145</b>



## Lista de Figuras

<i>Figura 1: Flujo General del Manejo de la Información</i> .....	30
<i>Figura 2: Requerimientos de la Información</i> .....	33
<i>Figura 3: Países en los que Actualmente se Exige la Implementación de la Metodología BIM</i> .....	39
<i>Figura 4: Línea de Tiempo del Desarrollo del EIR</i> .....	43
<i>Figura 5: Firmas de Compromiso Medical BIM - Cliente</i> .....	59
<i>Figura 6: Portada BEP - Medical BIM</i> .....	60
<i>Figura 7: Organigrama Medical BIM</i> .....	70
<i>Figura 8: Flujo de la Gestión BIM</i> .....	74
<i>Figura 9: Flujo de Configuración Inicial del Proyecto</i> .....	74
<i>Figura 10: Flujo de Gestión de la Coordinación Multidisciplinar</i> .....	75
<i>Figura 11: Flujo de Gestión de Interferencias y Auditoría de Modelos</i> .....	75
<i>Figura 12: Organigrama Rol Líder de Arquitectura</i> .....	89
<i>Figura 13: Plataforma Google Meet</i> .....	92
<i>Figura 14: Plataforma Trello</i> .....	93
<i>Figura 15: Plataforma WhatsApp</i> .....	94
<i>Figura 16: Estructura de Carpetas - Espacio de Trabajo del Líder de Arquitectura</i> .....	95
<i>Figura 17: Flujo General Líder de Arquitectura</i> .....	103
<i>Figura 18: Flujo Depuración Planos Base</i> .....	105
<i>Figura 19: Detalle Plantilla de Arquitectura</i> .....	106
<i>Figura 20: Propiedades y Parámetros de Elementos de Arquitectura</i> .....	110
<i>Figura 21: Edición de Elementos de Arquitectura</i> .....	110
<i>Figura 22: Georreferenciación del Modelo de Arquitectura</i> .....	111
<i>Figura 23: Niveles del Modelo de Arquitectura</i> .....	112
<i>Figura 24: Ejes del Modelo de Arquitectura</i> .....	112
<i>Figura 25: Vinculación Planos DWG al Modelo de Arquitectura</i> .....	113
<i>Figura 26: Modelado de Muros Arquitectónicos Nivel <math>\pm 0.00</math></i> .....	113
<i>Figura 27: Isometría Planta Nivel +4.00</i> .....	114



<i>Figura 28: Isometría de Modelo Arquitectónico Final</i> .....	114
<i>Figura 29: Auditoría de Interoperabilidad del Modelo de Arquitectura</i> .....	115
<i>Figura 30: Gestión de los Avisos y Advertencias en el Modelo de Arquitectura</i> .....	115
<i>Figura 31: Atención y Corrección de Avisos del Modelo de Arquitectura</i> .....	116
<i>Figura 32: Flujo de Auditoria Disciplinar del Modelo de Arquitectura</i> .....	117
<i>Figura 33: Detección de Choques (Conflicto 62)</i> .....	117
<i>Figura 34: Solución de Choques (Conflicto 62)</i> .....	118
<i>Figura 35: Detalle de Resolución de Conflictos (Colisiones)</i> .....	118
<i>Figura 36: Flujo de Auditoria Multidisciplinar</i> .....	119
<i>Figura 37: Informe de Colisiones de Estructura Versus Arquitectura</i> .....	120
<i>Figura 38: Revisión del Conflicto 14</i> .....	120
<i>Figura 39: Resolución Conflicto 14</i> .....	121
<i>Figura 40: Informe de Transmisión (Resoluciones de Conflictos de Modelo Arquitectónico)</i> .....	121
<i>Figura 41: Flujo de Programación de Obra</i> .....	123
<i>Figura 42: Diagrama de Gantt (Cronograma de Ejecución de Obra del Nivel +4.00)</i> .....	126
<i>Figura 43: Análisis del Precio Unitario del Rubro Hormigón fc 240kg/cm2 para Muros</i> .....	128
<i>Figura 44: Resumen del Presupuesto por Partidas en Porcentajes</i> .....	130
<i>Figura 45: Muros de Hormigón Armado</i> .....	131
<i>Figura 46: Muros de Bloque de 15cm y 20cm y Paneles de Yeso 12cm</i> .....	131
<i>Figura 47: Muros Cortina, Acabados de Pisos y Paredes y Barandilla 12cm</i> .....	132
<i>Figura 48: Muebles de Obra, Mobiliario, Aparatos Sanitarios, Barandillas</i> .....	132
<i>Figura 49: Cielo Raso de Gypsum de 12,7mm y PVC de 8mm</i> .....	133
<i>Figura 50: Entrega de Modelo 3D en la Plataforma ACC</i> .....	134



## Lista de Tablas

<i>Tabla 1: Descripción del Proyecto</i> .....	43
<i>Tabla 2: Integrantes y Roles del Proyecto</i> .....	44
<i>Tabla 3: Plan de Entrega de Información (IDP)</i> .....	46
<i>Tabla 4: Niveles de Detalle (LOD)</i> .....	46
<i>Tabla 5: Niveles de Información (LOI)</i> .....	47
<i>Tabla 6: Modelos a Entregar</i> .....	48
<i>Tabla 7: Nomenclatura Según Norma ISO 19650</i> .....	49
<i>Tabla 8: Formatos de Entrega</i> .....	49
<i>Tabla 9: Control de Calidad</i> .....	49
<i>Tabla 10: Estructura de Carpetas</i> .....	50
<i>Tabla 11: Requisitos de Conocimiento del Equipo Técnico</i> .....	51
<i>Tabla 12: Responsabilidades de los Roles del Equipo Técnico</i> .....	51
<i>Tabla 13: Softwares a Utilizar por el Equipo Técnico</i> .....	56
<i>Tabla 14: Entregables del Proyecto</i> .....	56
<i>Tabla 15: Datos del Proyecto</i> .....	61
<i>Tabla 16: Cronograma de Trabajo Proyecto Clínica de Especialidades</i> .....	62
<i>Tabla 17: Contactos del Equipo Técnico</i> .....	63
<i>Tabla 18: Detalles Contractuales</i> .....	63
<i>Tabla 19: División de Modelos, Usos BIM y Responsables</i> .....	65
<i>Tabla 20: Usos del Modelo - Descripción</i> .....	65
<i>Tabla 21: Tabla de Usos BIM</i> .....	66
<i>Tabla 22: Análisis de Usos BIM</i> .....	67
<i>Tabla 23: Capacidades del Equipo Técnico</i> .....	70
<i>Tabla 24: Responsabilidades del BIM Manager</i> .....	71
<i>Tabla 25: Responsabilidades del Coordinador BIM</i> .....	71
<i>Tabla 26: Responsabilidades del Líder de Arquitectura</i> .....	72
<i>Tabla 27: Responsabilidades del Líder de Estructura</i> .....	72



<i>Tabla 28: Responsabilidades del Líder MEP</i> .....	73
<i>Tabla 29: Estructura de Carpetas para Organizar y Almacenar la Información</i> .....	76
<i>Tabla 30: Intercambio de Información - Modelos BIM</i> .....	78
<i>Tabla 31: Modelos del Proyecto a Entregar</i> .....	79
<i>Tabla 32: Cronograma y Presupuesto</i> .....	79
<i>Tabla 33: Planos Constructivos</i> .....	79
<i>Tabla 34: Control de Calidad del Modelo</i> .....	80
<i>Tabla 35: Procedimiento de Revisión de los Modelos</i> .....	80
<i>Tabla 36: Parámetros de Revisión General de los Modelos</i> .....	81
<i>Tabla 37: Parámetros de Revisión de Diseño de los Modelos</i> .....	81
<i>Tabla 38: Revisión de Modelos</i> .....	81
<i>Tabla 39: Revisión MEP</i> .....	82
<i>Tabla 40: Hardware a Utilizar por el Equipo</i> .....	82
<i>Tabla 41: Softwares a utilizar por el Equipo</i> .....	83
<i>Tabla 42: Entorno Común de Datos (CDE) - Plataforma ACC</i> .....	84
<i>Tabla 43: Estructura de nombres de Archivos</i> .....	84
<i>Tabla 44: Ejemplo de nombramiento de Modelos</i> .....	84
<i>Tabla 45: Coordenadas del Proyecto</i> .....	84
<i>Tabla 46: Estándares de Modelado</i> .....	85
<i>Tabla 47: Entregables del Proyecto</i> .....	86
<i>Tabla 48: Entregables del Proyecto</i> .....	86
<i>Tabla 52: Softwares a Utilizar para la Entrega de Archivos y Documentos</i> .....	94
<i>Tabla 53: Detalle de Información de la Subcarpeta 1.1 Arquitectura</i> .....	96
<i>Tabla 54: Hitos de Entrega del Rol de Arquitectura</i> .....	96
<i>Tabla 55: Cronograma de Trabajo</i> .....	97
<i>Tabla 56: Ejemplo de Nomenclatura de Documentos</i> .....	97
<i>Tabla 57: Ejemplo de Nomenclatura de Modelos / Archivos</i> .....	98
<i>Tabla 58: Ejemplo de Nomenclatura de Planos</i> .....	98



<i>Tabla 59: Abreviaturas para Elementos y Materiales.....</i>	<i>98</i>
<i>Tabla 60: Ejemplos de Descripción Detallada de los Elementos de Arquitectura.....</i>	<i>100</i>
<i>Tabla 61: Unidades de Medida Disciplina de Arquitectura.....</i>	<i>105</i>
<i>Tabla 62: Codificación de Elementos .....</i>	<i>107</i>
<i>Tabla 63: Coordenadas del Modelo de Arquitectura .....</i>	<i>111</i>
<i>Tabla 64: Usos del Modelo de Arquitectura .....</i>	<i>122</i>
<i>Tabla 65: Designación de Rubros y Unidades de Medida .....</i>	<i>123</i>
<i>Tabla 66: Cronograma de Ejecución de Obra por Fechas de Planificación del Nivel +4.00 .....</i>	<i>126</i>
<i>Tabla 67 Presupuesto de Obra Nivel +4.00, Área de Quirófanos.....</i>	<i>128</i>
<i>Tabla 68: Resumen del Presupuesto por Partidas .....</i>	<i>130</i>
<i>Tabla 69: Detalle de los Entregables del Proyecto.....</i>	<i>133</i>
<i>Tabla 70: Archivos / Documentos Entregados .....</i>	<i>134</i>



### Tabla de Abreviaturas

<b>SIGLAS</b>	<b>ESPAÑOL</b>	<b>INGLES</b>
3D	Modelado tridimensional	Three dimensional
4D	Gestión de la programación	Schedule Management
5D	Gestión de la información económica	Management of economic information
ACC	Nube de construcción de Autodesk	Autodesk Construction Cloud
AEC	Sector de la Arquitectura, Ingeniería y Construcción	Architecture, Engineering and Construction Sector
AIM	Modelo de Información de los Activos	Asset Information Model
AIR	Requisito de información organizacional	Organizational information requirement
BEP	Plan de ejecución BIM	BIM Execution Plan
BIM	Modelo de información de la construcción	Building Information Model
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
EIR	Requerimientos de información BIM del cliente	Employer's information requirement
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
MEP	Sistema Mecánico, eléctrico y de plomería	Mechanical, electrical and plumbing
NWD	Naviswork	Naviswork
OIR	Requisito de información organizacional	Organizational information requirement
PDF	Formato de documentos portátiles	Portable Documento Format
PIM	Modelo de Información del Proyecto	Project Information Model
PIR	Requisito de información del proyecto	Project information requirement
RVT	Revit	Revit

## **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 por lo 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 académico será aplicado como un ejercicio práctico, donde se 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.

Además, define el rol “Líder de Estructura” dentro de la estructura ocupacional de la empresa “*Medical BIM*”, sus lineamientos, responsabilidades, procesos y aportaciones con relación al proyecto “*Clinica de Especialidades*”.

### **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.

Desarrollar el Rol de “*Líder de Estructura*” en las fases de planificación y diseño del proyecto “*Clinica de Especialidades*”, mediante la implementación de la metodología BIM, para comprender y dominar sus procedimientos y lineamientos, a fin de optimizar y mejorar los procesos en el marco profesional.

### **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 “*Clínica 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 de este.

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 “*Clinica 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 “*Clinica 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 “*Clinica 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 m<sup>2</sup>, 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 m<sup>2</sup> y dos subsuelos, y está planteado como un bloque aislado en el terreno, sin adosamientos. El área bruta de construcción bordea los 5800 m<sup>2</sup>. 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 aún 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)

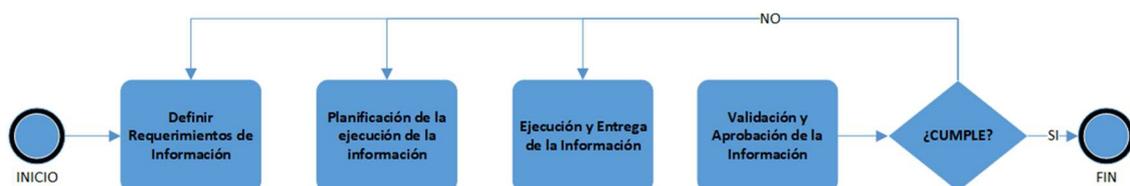
A lo largo de todo el ciclo de vida del activo a construir se deben garantizar el cumplimiento de los roles establecidos, teniendo en cuenta que un rol puede ser ejecutado por varias personas y que una persona puede ejecutar varios roles. Los roles primordiales dentro de la metodología BIM son: Dirección 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:

*Figura 1: Flujo General del Manejo de la Información*



### 3.2.6 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 con la gestión de la información. (Building SMART Spain, 2021)
- Estándar EN ISO 19650-3: describe procedimientos aplicables durante la fase de operación, con 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)

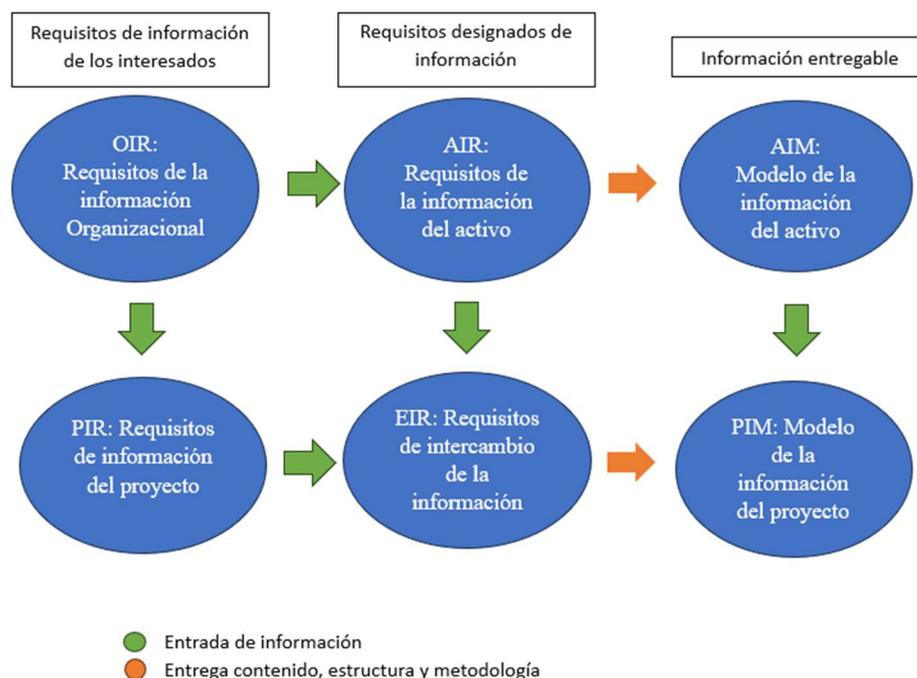
- La norma EN ISO 19650-5: presenta un enfoque de seguridad para la gestión de la información. (Building SMART Spain, 2021)

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)

### 3.3.1 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:

Figura 2: Requerimientos de la Información



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)

### **3.3.2 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)

### **3.3.3 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.

### **3.3.4 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. Este 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)

### **3.3.5 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 retrabajos y sobrepagos en etapas de construcción.

## **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.

*Figura 3: Países en los que Actualmente se Exige la Implementación de la Metodología BIM*



*Nota.* Reproducida del Gráfico de Países que exigen el uso de BIM, de autodesk.mx, 2023 (<https://www.autodesk.es/solutions/bim/benefits-of-bim>)

### 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 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.

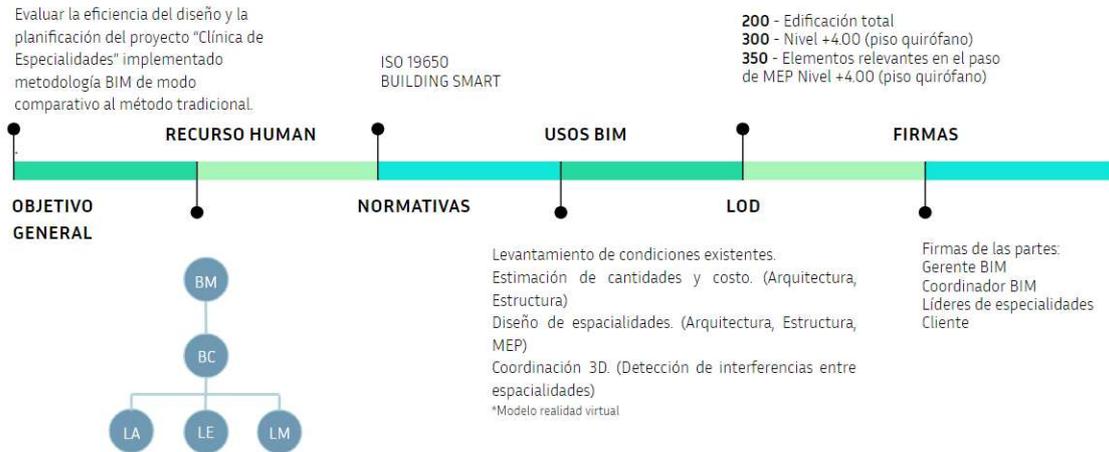
### **4.2 Situación del proyecto**

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 EIR

Figura 4: Línea de Tiempo del Desarrollo del EIR



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.

### 4.3.2 Descripción del proyecto

Tabla 1: Descripción del Proyecto

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

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 m<sup>2</sup> 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.

### 4.3.3 Integrantes y Roles

*Tabla 2: Integrantes y Roles del Proyecto*

<b>Roles</b>	<b>Nombre</b>	<b>Correo</b>	<b>Contacto</b>
BIM Manager	Arq. Kevin Romero	<a href="mailto:kevin.romero@uisek.edu.ec">kevin.romero@uisek.edu.ec</a>	0987439245
Coordinador BIM	Arq. Francisco Racines	<a href="mailto:francisco.racines@uisek.edu.ec">francisco.racines@uisek.edu.ec</a>	0998868833
Líder Arquitectura	Arq. Eduardo Vinueza	<a href="mailto:eduardo.vinueza@uisek.edu.ec">eduardo.vinueza@uisek.edu.ec</a>	0986150318
Líder Estructura	Ing. Jack Vásquez	<a href="mailto:jack.vasquez@uisek.edu.ec">jack.vasquez@uisek.edu.ec</a>	0969056421
Líder MEP	Arq. Kevin Romero	<a href="mailto:kevin.romero@uisek.edu.ec">kevin.romero@uisek.edu.ec</a>	0987439245

### 4.3.4 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.

#### **4.3.5 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.

#### **4.3.6 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)

### 4.3.7 Plan de entrega de información (IDP)

Tabla 3: 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

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

### 4.3.8 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 gráfica 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.

### 4.3.9 Niveles de detalle (LOD)

Tabla 4: Niveles de Detalle (LOD)

Roles	LOD	Descripción
Líder Arquitectura	200 (Modelo Completo)	<p>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.</p> <p><i>Uso: Fase de diseño y planificación.</i></p>

	300 (Planta de Quirófanos)	<p>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.</p> <p><i>Uso: Fase de documentación</i></p>
Líder Estructura	200 (Modelo Completo)	<p>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 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>

#### 4.3.10 Niveles de información (LOI)

Tabla 5: Niveles de Información (LOI)

Roles	LOI	Descripción
Líder Arquitectura	200 (Modelo Completo)	<p>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</p>
	300 (Planta de Quirófanos)	<p>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.</p>

<b>Líder Estructura</b>	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.
<b>Líder MEP</b>	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.

#### 4.3.11 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 diferentes programas BIM.

#### 4.3.12 Protocolo de intercambio de información de construcción

##### 4.3.12.1 Modelos a entregar

Tabla 6: 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 Aire acondicionado Ventilación mecánica
	Modelo Eléctrico Iluminación

	Fuerza
	Modelo Gases Oxígeno
Con un LOD 200 se entregarán 2 modelos completos uno por cada disciplina.	Modelo Arquitectura
	Modelo Estructura

#### 4.3.12.2 Nomenclatura

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

*Tabla 7: Nomenclatura Según Norma ISO 19650*

<b>Ejemplo:</b> Nombre del proyecto + creador + disciplina + descripción
<b>MB_G2_ARQ_MODELO</b>

#### 4.3.12.3 Formato de entrega

*Tabla 8: Formatos de Entrega*

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

#### 4.3.12.4 Control de calidad

*Tabla 9: 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

### 4.3.13 Protocolo de gestión de la información de la construcción (CIMP)

#### 4.3.13.1 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.

#### 4.3.13.2 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:

*Tabla 10: Estructura de Carpetas*

Contenedores	Disciplinas
1. Trabajo en Progreso (WIP)	1.0 Documentación
	1.1 Arquitectura
	1.2 Estructura
	1.3 MEP
	1.4 Coordinación
	1.5 4D y 5D
2. Compartido	2.1 Arquitectura
	2.1 Estructura
	2.3 MEP
	2.4 Coordinación
	2.5 4D y 5D
3. Publicado	3.1 Arquitectura
	3.2 Estructura
	3.3 MEP
	3.4 Coordinación
	3.5 4D y 5D
4. Archivado	4.1 Arquitectura

	4.2 Estructura
	4.3 MEP
	4.4 Coordinación
	4.5 4D y 5D

#### 4.3.14 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.

#### 4.3.15 Requisitos

*Tabla 11: Requisitos de Conocimiento del Equipo Técnico*

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

#### 4.3.16 Responsabilidades

*Tabla 12: Responsabilidades de los Roles del Equipo Técnico*

Rol	Responsabilidades
BIM Manager	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Coordinar la asignación de funciones del resto de roles en el proyecto.</li> <li>- Elaboración del BEP.</li> <li>- Garantizar la provisión de la información.</li> <li>- Garantizar la interoperabilidad de los softwares a usarse.</li> <li>- Controlar la información y entregables almacenados de una manera lógica y estructurada.</li> <li>- Apoyar al coordinador a evitar y resolver conflictos e interferencias.</li> <li>- Reportar los resultados del proyecto.</li> <li>- Crear entornos colaborativos mediante reuniones con el equipo para monitorear y controlar el progreso del proyecto.</li> <li>- Evaluar el rendimiento del modelo BIM y del equipo de trabajo en relación con los objetivos establecidos para el proyecto.</li> <li>- Supervisar la creación, gestión y coordinación del modelo BIM en todo el ciclo de vida del proyecto.</li> </ul>
Coordinador	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Colaborar en la definición, implantación y cumplimiento del BEP.</li> <li>- Garantizar que los modelos BIM estén actualizados y reflejen de manera precisa el estado del proyecto en todo momento.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificar y resolver cualquier problema relacionado con la coordinación de la información entre las diferentes disciplinas y equipos de trabajo.</li> <li>- Gestionar los cambios en los modelos.</li> <li>- Gestionar calidad y el alcance de los elementos.</li> <li>- Apoyo técnico en la detección de colisiones.</li> <li>- 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.</li> <li>- Elaboración de plantillas.</li> <li>- Integración 4D y 5D de todas las disciplinas para elaboración de presupuestos y cronogramas.</li> <li>- 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.</li> </ul>
<p>Líderes Disciplinas</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 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.</li> <li>- 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.</li> <li>- 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.</li> <li>- Asegurar la comunicación efectiva entre su equipo y otros miembros del equipo de trabajo, incluyendo el coordinador BIM y otros líderes de disciplinas.</li> <li>- Asegurarse de que el trabajo de su equipo cumpla con los plazos establecidos y se entregue en tiempo y forma.</li> </ul>

#### 4.3.17 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.

#### 4.3.18 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.

#### 4.3.19 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

#### **4.3.20 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.

#### 4.3.21 Softwares a utilizar

Tabla 13: Softwares a Utilizar por el Equipo Técnico

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

#### 4.3.22 Entregables

Tabla 14: Entregables del Proyecto

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

### 4.3.23 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.

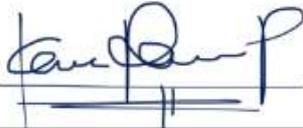
Asimismo, se elaborará un programa de obra detallado para el proyecto, incluyendo la secuenciación de actividades y se realizará un modelo comparativo BIM de las dos alternativas de diseño estructural del edificio, evaluando el impacto en el costo y en el tiempo, para agregar un informe detallado de 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.

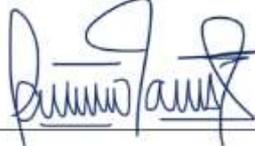
#### 4.3.24 Firmas de compromiso

Figura 5: Firmas de Compromiso Medical BIM - Cliente



---

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



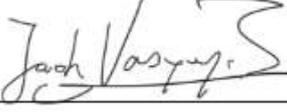
---

Francisco Javier Racines Yaselga  
C.I. 1720623709  
Coordinador BIM



---

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



---

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



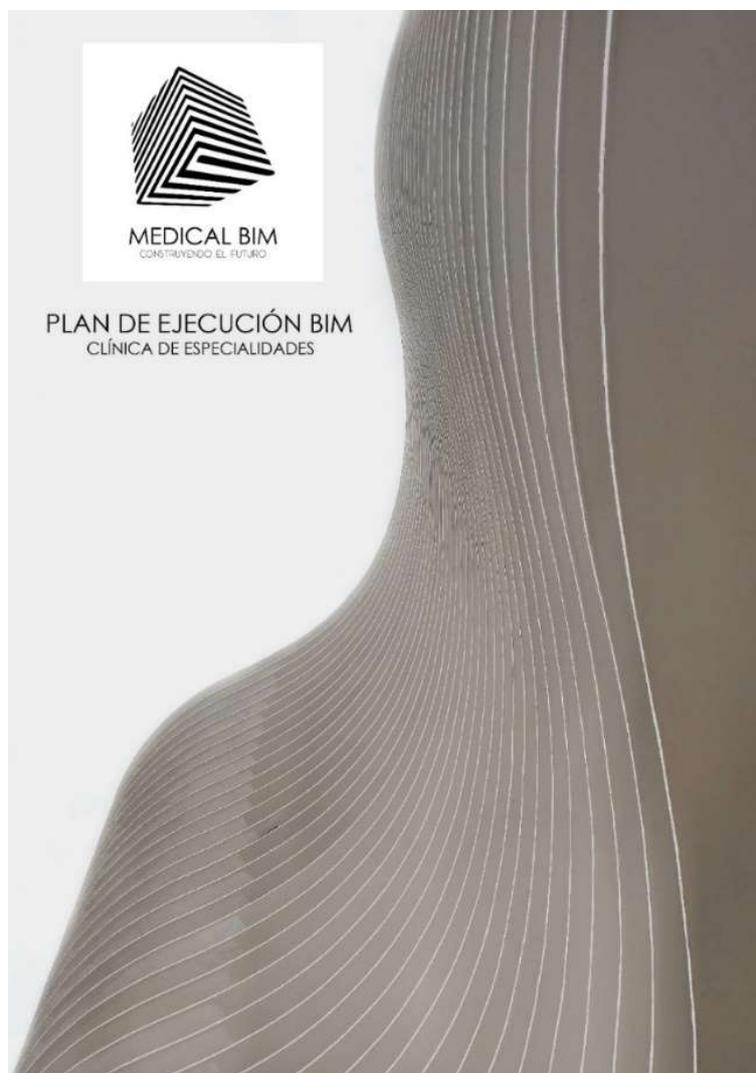
Elmer Muñoz  
Cliente UISEK

## 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.

*Figura 6: Portada BEP - Medical BIM*



### 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

*Tabla 15: 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 <sup>2</sup> , distribuidos en 2 subsuelos 4 plantas con un área aproximada de 800 m <sup>2</sup> , con un programa arquitectónico dividido en: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Área comercial</li> <li>- Clínica</li> <li>- Consultorios</li> <li>- Área especializada en oftalmología</li> </ul>
Uso:	Hospitalario
Número 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





## **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

Tabla 19: División de Modelos, Usos BIM y Responsables

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 intradisciplinar y multidisciplinar, 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 intradisciplinar y multidisciplinar, cronograma y presupuesto.	
Estructural	200	Elaboración de un modelo estructural de todo el edificio + set de publicación a nivel de Anteproyecto.	Documentación planimétrica, coordinación intradisciplinar y multidisciplinar, 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 intradisciplinar y multidisciplinar, cronograma y presupuesto.	
MEP	300	Elaboración solo de la planta de quirófanos + set de publicación a nivel de planos de construcción.	Documentación planimétrica, coordinación intradisciplinar y multidisciplinar, cronograma y presupuesto.	Líder MEP

### 5.5.2 Usos del modelo

Tabla 20: Usos del Modelo - Descripción

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 multidisciplinaria.
Coordinación 3D (Detección de interferencias)	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 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.

### 5.5.3 Tabla de usos BIM

Tabla 21: 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	

## 5.5.4 Análisis de usos BIM

Tabla 22: 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 auditoría 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	Lideres de disciplinas	Alto	Alta	Experiencia en construcción. Se modela como se construye	S

## 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.

Figura 7: Organigrama Medical BIM



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 contará con la experiencia y formación BIM de los siguientes profesionales:

Tabla 23: Capacidades del Equipo Técnico

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

		- Presto	
Arq. Francisco Racines (Coordinador BIM)	Maestría en Gerencia de Proyectos BIM	- Revit - ArchiCAD - Autodesk Construction Cloud - Naviswork - Presto	Universidad Internacional SEK
Arq. Eduardo Vinuesa (Líder BIM Arquitectura)	Maestría en Gerencia de Proyectos BIM	- Revit - Autodesk Construction Cloud - Naviswork - Presto	Universidad Internacional SEK
Ing. Jack Vásquez (Líder BIM Estructura)	Maestría en Gerencia de Proyectos BIM	- Revit - Autodesk Construction Cloud - Naviswork - Presto	Universidad Internacional SEK
Arq. Kevin Romero (Líder BIM MEP)	Maestría en Gerencia de Proyectos BIM	- Revit - ArchiCAD - Autodesk Construction Cloud - Naviswork - Presto	Universidad Internacional SEK

### 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.

Tabla 24: Responsabilidades del BIM Manager

<b>Rol</b>	<b>BIM Manager</b>
<b>Nombre</b>	<b>Arq. Kevin Romero P.</b>
<b>Profesión</b>	<b>Arquitecto</b>
<b>Responsabilidades</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Coordinar la asignación de funciones del resto de roles en el proyecto.</li> <li>- Elaboración del BEP.</li> <li>- Garantizar la provisión de la información.</li> <li>- Garantizar la interoperabilidad de los softwares a usarse.</li> <li>- Controlar la información y entregables almacenados de una manera lógica y estructurada.</li> <li>- Apoyar al coordinador a evitar y resolver conflictos e interferencias.</li> <li>- Reportar los resultados del proyecto.</li> <li>- Crear entornos colaborativos mediante reuniones con el equipo para monitorear y controlar el progreso del proyecto.</li> <li>- Evaluar el rendimiento del modelo BIM y del equipo de trabajo en relación con los objetivos establecidos para el proyecto.</li> <li>- Supervisar la creación, gestión y coordinación del modelo BIM en todo el ciclo de vida del proyecto.</li> </ul>

Tabla 25: Responsabilidades del Coordinador BIM

<b>Rol</b>	<b>Coordinador BIM</b>
------------	------------------------

<b>Nombre</b>	<b>Arq. Francisco Racines Y.</b>
<b>Profesión</b>	<b>Arquitecto</b>
<b>Responsabilidades</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Colaborar en la definición, implantación y cumplimiento del BEP.</li> <li>- Garantizar que los modelos BIM estén actualizados y reflejen de manera precisa el estado del proyecto en todo momento.</li> <li>- Identificar y resolver cualquier problema relacionado con la coordinación de la información entre las diferentes disciplinas y equipos de trabajo.</li> <li>- Gestionar los cambios en los modelos.</li> <li>- Gestionar calidad y el alcance de los elementos.</li> <li>- Apoyo técnico en la detección de colisiones.</li> <li>- 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.</li> <li>- Elaboración de plantillas.</li> <li>- Integración 4D y 5D de todas las disciplinas para elaboración de presupuestos y cronogramas.</li> <li>- 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.</li> </ul>

Tabla 26: Responsabilidades del Líder de Arquitectura

<b>Rol</b>	<b>Líder de Arquitectura</b>
<b>Nombre</b>	<b>Arq. Eduardo Vinueza C.</b>
<b>Profesión</b>	<b>Arquitecto</b>
<b>Responsabilidades</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 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.</li> <li>- 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.</li> <li>- 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.</li> <li>- Asegurar la comunicación efectiva entre su equipo y otros miembros del equipo de trabajo, incluyendo el coordinador BIM y otros líderes de disciplinas.</li> <li>- Asegurarse de que el trabajo de su equipo cumpla con los plazos establecidos y se entregue en tiempo y forma.</li> </ul>

Tabla 27: Responsabilidades del Líder de Estructura

<b>Rol</b>	<b>Líder de Estructura</b>
<b>Nombre</b>	<b>Ing. Jack Vásquez W,</b>
<b>Profesión</b>	<b>Ingeniero Civil</b>
<b>Responsabilidades</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 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.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 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</li> <li>- 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.</li> <li>- Asegurar la comunicación efectiva entre su equipo y otros miembros del equipo de trabajo, incluyendo el coordinador BIM y otros líderes de disciplinas.</li> <li>- Asegurarse de que el trabajo de su equipo cumpla con los plazos establecidos y se entregue en tiempo y forma.</li> </ul>
--	--

*Tabla 28: Responsabilidades del Líder MEP*

<b><i>Rol</i></b>	<b><i>Líder de MEP</i></b>
<b><i>Nombre</i></b>	<b><i>Arq. Kevin Romero P.</i></b>
<b><i>Profesión</i></b>	<b><i>Arquitecto</i></b>
<b><i>Responsabilidades</i></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 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.</li> <li>- 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</li> <li>- 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.</li> <li>- Asegurar la comunicación efectiva entre su equipo y otros miembros del equipo de trabajo, incluyendo el coordinador BIM y otros líderes de disciplinas.</li> <li>- Asegurarse de que el trabajo de su equipo cumpla con los plazos establecidos y se entregue en tiempo y forma.</li> </ul>

## 5.7 Diseño de procesos BIM

Figura 8: Flujo de la Gestión BIM

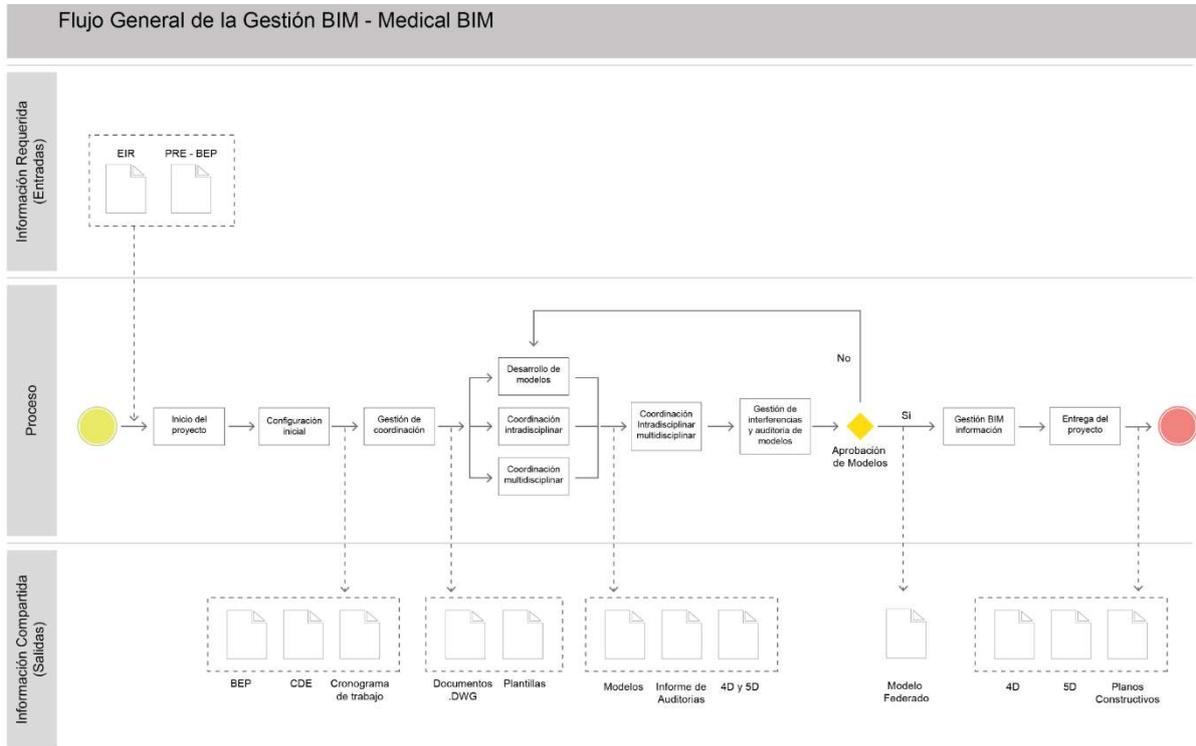


Figura 9: Flujo de Configuración Inicial del Proyecto

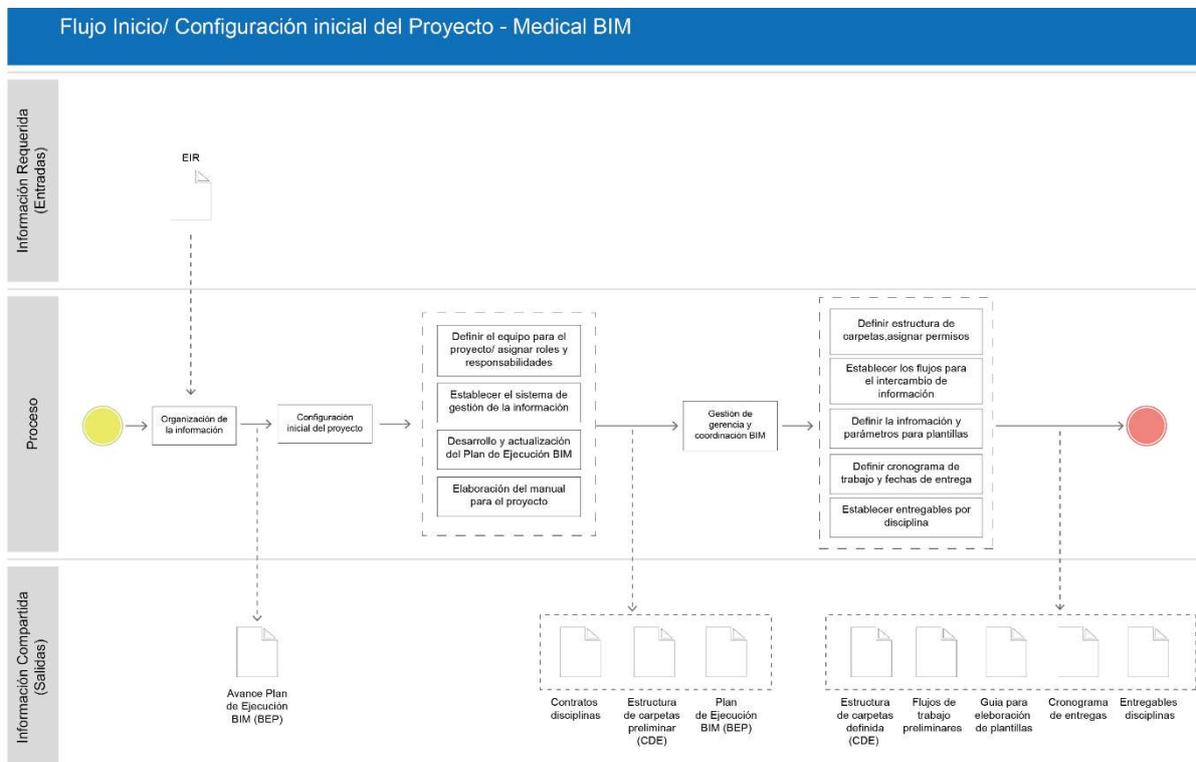


Figura 10: Flujo de Gestión de la Coordinación Multidisciplinaria

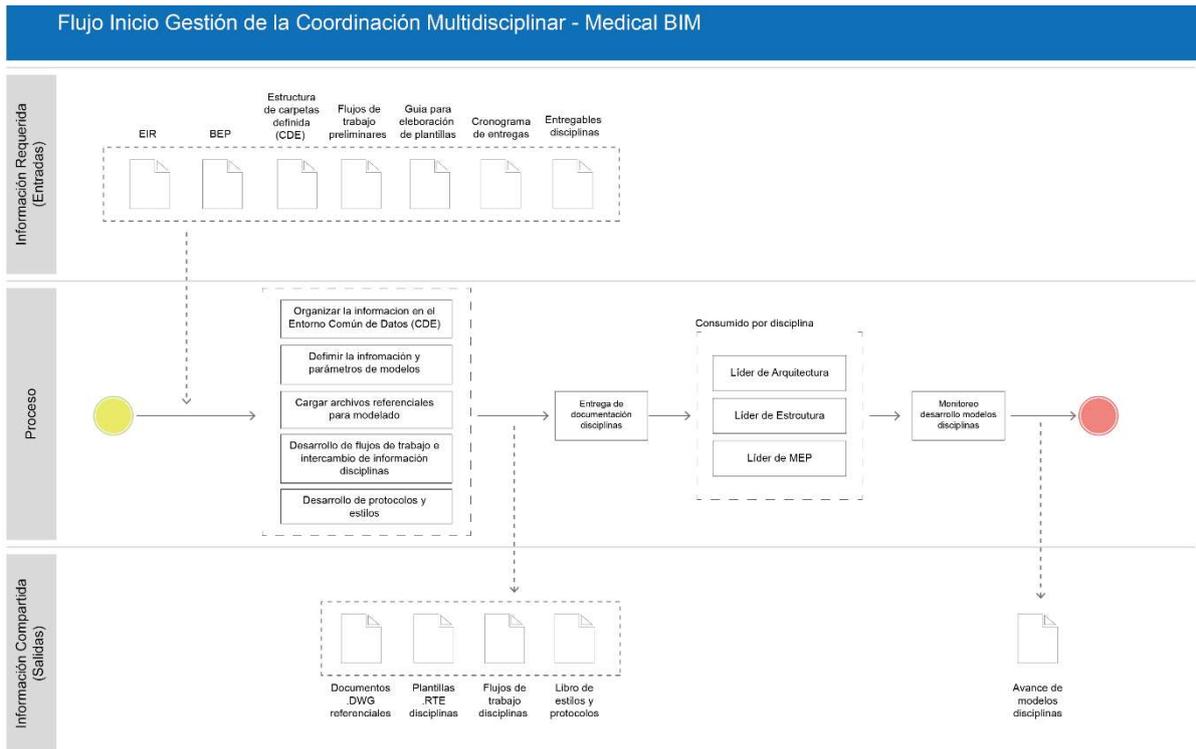
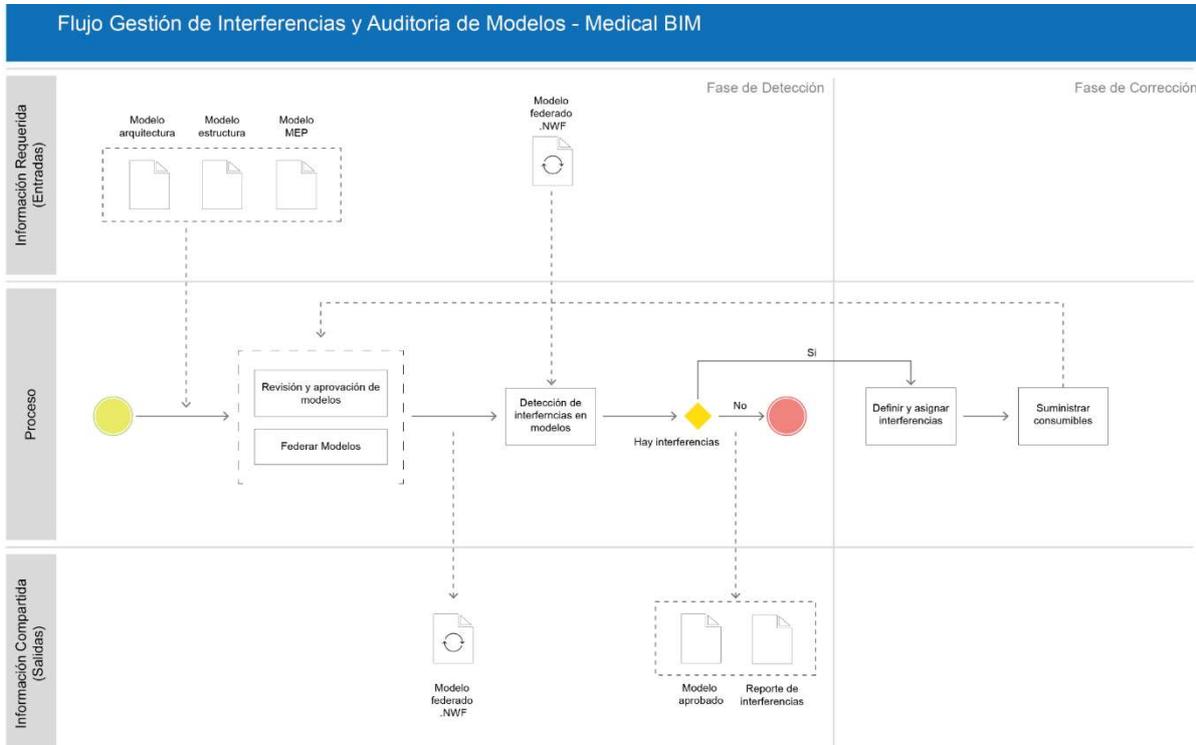


Figura 11: Flujo de Gestión de Interferencias y Auditoría de Modelos



## 5.8 Intercambio de información BIM

### 5.8.1 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.

*Tabla 29: Estructura de Carpetas para Organizar y Almacenar la Información*

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	2.1.1 RVT	
		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 30: Intercambio de Información - Modelos BIM

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

## 5.8.2 Modelos BIM

### 5.8.2.1 Modelos para 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.

Tabla 31: Modelos del Proyecto a Entregar

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)	No se modela	Enfocado al área de quirófanos (Piso n+ 4.00)
MEP (Sanitario)	No se modela	Enfocado al área de quirófanos (Piso n+ 4.00)
MEP (Eléctrico)	No se modela	Enfocado al área de quirófanos (Piso n+ 4.00)
MEP (Incendios)	No se modela	Enfocado al área de quirófanos (Piso n+ 4.00)
MEP (Gases)	No se modela	Enfocado al área de quirófanos (Piso n+ 4.00)

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

Tabla 32: Cronograma y Presupuesto

Información a 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

### 5.8.4 Planos Constructivos

Tabla 33: 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		

## 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.

Tabla 34: Control de Calidad del Modelo

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
Auditorias	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 del mismo.	Coordinador / BIM Manager	Revit 2023	Quincenal

### 5.9.1 Revisiones del modelo

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

Tabla 35: Procedimiento de Revisión de los Modelos

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

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

Tabla 36: *Parámetros de Revisión General de los Modelos*

<b>Revisión General</b>		
<b>Componente</b>	<b>Condiciones de cumplimiento</b>	<b>S/N</b>
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: *Parámetros de Revisión de Diseño de los Modelos*

<b>Revisión Diseño</b>		
<b>Componente</b>	<b>Condiciones de cumplimiento</b>	<b>S/N</b>
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 a 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 de Modelos*

<b>Revisión de Modelos</b>		
<b>Componente</b>	<b>Condiciones de cumplimiento</b>	<b>S/N</b>
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 MEP

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	

## 5.10 Necesidades de infraestructura tecnológica

### 5.10.1 Hardware

Tabla 40: Hardware a Utilizar por el Equipo

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
Coordinador BIM	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

## 5.10.2 Software

Tabla 41: Softwares a utilizar por el Equipo

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	

## 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. 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.

Tabla 42: Entorno Común de Datos (CDE) - Plataforma ACC

<b>Nombre del CDE</b>	Autodesk Construction Cloud
<b>Proveedor del CDE</b>	Autodesk
<b>Link del CDE</b>	<a href="https://acc.autodesk.com/projects">https://acc.autodesk.com/projects</a>

## 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:

Tabla 43: Estructura de nombres de Archivos

<b>Campo</b>	<b>Definición</b>	<b>Requerimiento</b>	<b>Longitud</b>
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

Ejemplo:

Tabla 44: Ejemplo de nombramiento de Modelos

<b>Proyecto</b>	<b>Creador</b>	<b>Disciplina</b>	<b>Descripción</b>	<b>Revisión</b>
MB	G2	ARQ	MODELO	RV-01
MB	G2	EST	MODELO	RV-01
MB	G2	MEC	MODELO	RV-01

### 5.11.2 Coordenadas del proyecto

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

Tabla 45: Coordenadas del Proyecto

<b>Coordenadas del proyecto</b>
---------------------------------

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

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.

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

### 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. Cave 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.

*Tabla 46: Estándares de Modelado*

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

## 5.12 Entregables del proyecto

Tabla 47: 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

## 5.13 Estrategias de entregables

Tabla 48: Entregables del Proyecto

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

## **Capítulo 6: Rol Líder de Arquitectura**

### **6.1 Introducción**

Para la realización del proyecto: “Clínica de Especialidades” se considera un equipo de trabajo profesional conocedor de la metodología BIM conformado por: (1) Bim Manager, (1) BIM Coordinator, (1) Líder de Arquitectura, (1) Líder de Estructura y (1) Líder MEP.

El presente capítulo detalla las responsabilidades, objetivos específicos y alcances establecidos para el Líder de Arquitectura, así como flujos de trabajo, formas de comunicación e intercambio de información para el grupo de modelación encargado de implementar y aplicar la metodología BIM.

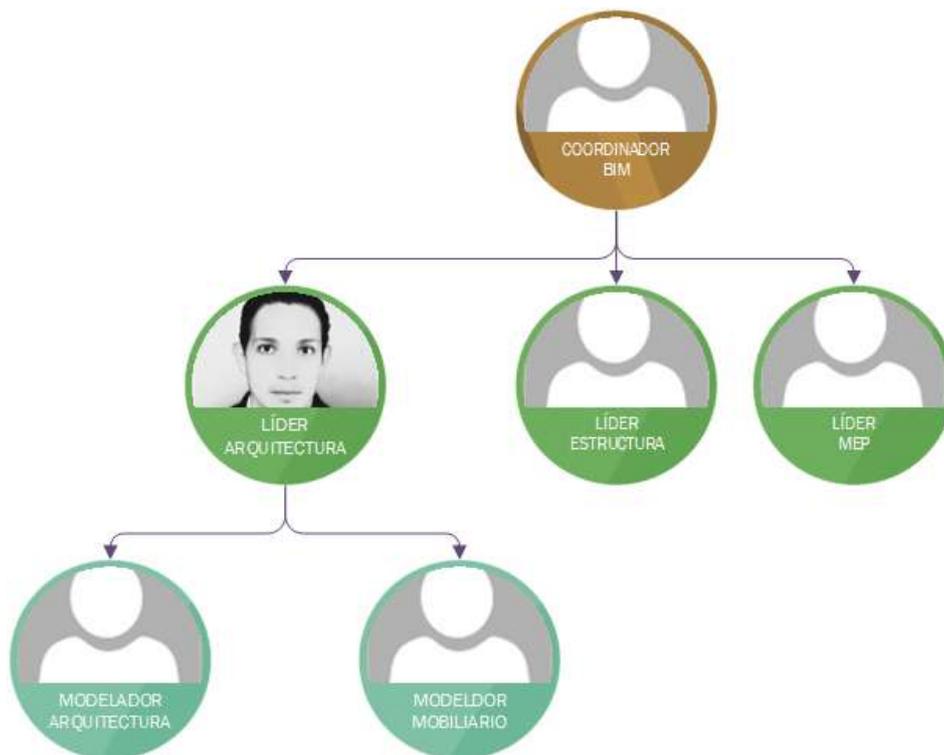
Para cumplir con los requerimientos del cliente, las distintas fases del proyecto se despliegan conforme al protocolo de modelado, al manual de estilo, proceso de coordinación disciplinar, aprobaciones del modelo y entregables del rol.

El equipo de arquitectura se encargará de modelar los elementos de la clínica de especialidades tales como: mamposterías, muros cortina, suelos arquitectónicos, puertas, ventanas, barandillas y mobiliario; gestionará la producción de: tabla de cantidades y cuadro de áreas necesarios para el desarrollo del cronograma (4D) y presupuesto (5D); finalmente, entregará un modelo auditado con sus respectivos planos ejecutivos conforme a lo estipulado en el EIR para esta especialidad.

### **6.2 Organigrama del Rol**

La estructura organizacional del Líder de Arquitectura se estructura bajo la Coordinación BIM y tiene a cargo una unidad de modelación, la información generada por el equipo de arquitectura transmite mediante un Entorno Común de Datos (EDC) hacia los involucrados mencionados, el Coordinador BIM es quien absorbe la información, la revisa, la aprueba y comparte con las distintas disciplinas que participan en el proyecto.

Figura 12: Organigrama Rol Líder de Arquitectura



### 6.3 Descripción del Rol

Una vez definidos y pactados los requerimientos solicitados por el cliente, y culminada la gestión y definición del Plan de Ejecución BIM (BEP) por parte del BIM Manager, inician las labores de los modeladores BIM. En el caso del departamento de arquitectura, se define el rol responsable del modelo arquitectónico denominado Líder de Arquitectura, el cual es el responsable de gestionar la información de diseño y modelado de la arquitectura, entregando al Coordinador BIM la información revisada del modelo geométrico, así como su planificación de construcción y su costo estimado (3D, 4D y 5D).

El Líder de Arquitectura debe ser un profesional de la arquitectura cuyo nivel y entendimiento de la materia como de la metodología BIM sea intermedio y avanzado, el cual liderará el personal que se encuentra a cargo de la arquitectura de la edificación y el modelado. Dicha gestión se la realizará por medio de reuniones donde se definirán tareas, cronogramas, protocolos y demás documentos requeridos para una correcta definición del proyecto deseado.

Además, se encargará de garantizar el cumplimiento del Protocolo de estilos para el modelado y la correcta aplicación de plantillas predefinidas por el coordinador BIM, por medio de reuniones periódicas con el personal encargado.

El líder de Arquitectura será además el responsable de revisar y gestionar los avances de cada miembro del equipo de modelado de la disciplina, actualizando y unificando los avances en el modelo federado de la disciplina cumpliendo con los flujos de trabajo previamente establecidos, esto con el fin de evitar interferencias y colisiones entre elementos arquitectónicos. Una vez culminado la fase de modelado, el líder de la disciplina de arquitectura deberá indicar los procesos constructivos y su secuencia, a través de su experticia para obtener una programación “5D” adecuada, y deberá generar la cuantificación de los elementos y materiales a utilizar para obtener el presupuesto de la estructura completa.

El líder de Arquitectura será el encargado de mantener un canal de información activo con las demás disciplinas a través del coordinador BIM, bajo los lineamientos establecidos previamente en el BEP, esto con el objetivo de evitar interferencias entre los modelos de las diferentes disciplinas con el modelo arquitectónico y agilizar el proceso de trabajo. También, auditará los avances del modelo federado de arquitectura y emitirá los respectivos informes al coordinador BIM para su respectiva aprobación.

#### **6.4 Funciones y Responsabilidades del Líder de Arquitectura**

- Generar un Modelo Arquitectónico acorde al protocolo de modelado y manual de estilo establecidos en el BEP, aplicando la metodología BIM de manera colaborativa con la coordinación BIM del Proyecto.
- Mantener una comunicación permanente con la coordinación BIM y líderes de disciplina para generar un correcto intercambio de información.
- Aplicar los flujos de trabajo establecidos para los distintos procesos a cargo del equipo de arquitectura para una correcta entrega de la información.

- Generar y extraer datos técnicos del modelo arquitectónico desarrollado, acorde a los requerimientos presentados por coordinación BIM y líderes de disciplinas.
- Resolver de manera adecuada en el modelo arquitectónico desarrollado las colisiones y/o interferencias detectadas en la coordinación multidisciplinar a cargo de la coordinación BIM del proyecto.
- Estimar el cronograma del proyecto, tomando en cuenta la secuenciación de actividades constructivas, acorde a lo establecido en el BEP.
- Estimación de los costes del proyecto, tomando en cuenta todos los elementos constructivos, acorde a lo establecido en el BEP.
- Generar planos, tablas y documentos de construcción derivados del modelo arquitectónico, acorde a lo establecido en el BEP
- Asegurarse de que el trabajo a cargo el equipo de arquitectura se cumpla dentro de los plazos establecidos con un alto grado de calidad.

### **6.5 Objetivos Líder de Arquitectura**

- Realizar el modelo arquitectónico considerando todos los elementos, aplicando el protocolo de modelado y libro de estilo generados por la coordinación BIM.
- Generar la coordinación interdisciplinar para solventar las interferencias entre los elementos componentes del modelo arquitectónico.
- Atender las incidencias creadas por la coordinación BIM en el modelo federado, de acuerdo a los niveles de prioridad de cada disciplina.
- Desarrollar planos arquitectónicos a nivel profesional que incluyan: plantas, cortes, fachadas y de detalles que sean necesarios.
- Utilizar el modelo arquitectónico para la obtención de tablas de cantidades y presupuesto arquitectónico.

## 6.6 Equipo de Trabajo

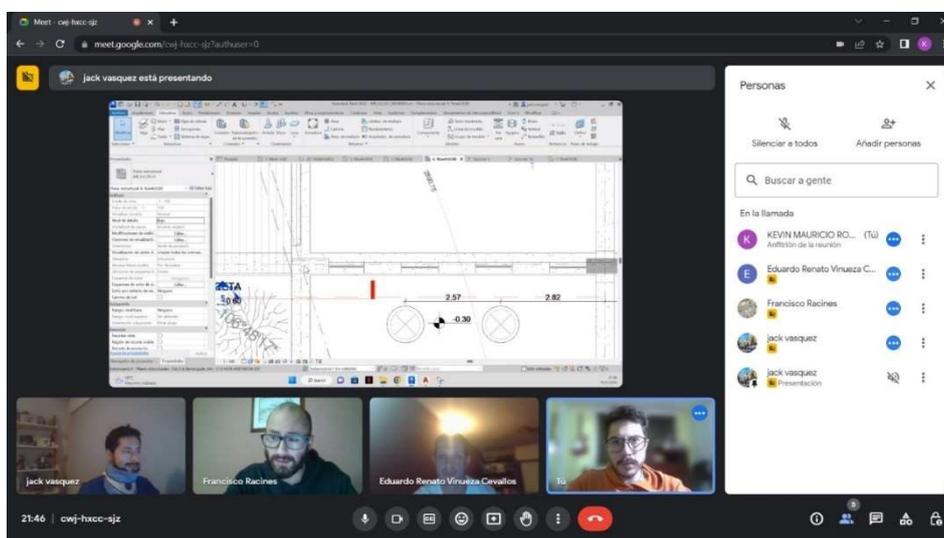
El equipo de trabajo a cargo del Líder de Arquitectura se conforma por dos modeladores con conocimientos en arquitectura y mobiliario que ayudaran a ejecutar el modelo arquitectónico de la Clínica de Especialidades, acorde al protocolo de modelado y libro de estilos entregado por la coordinación BIM. Un modelador se encarga de la ejecución de muros, muros cortina, suelos arquitectónicos, puertas, ventanas y techos, y otro se encarga del mobiliario, programación y costes del proyecto de acuerdo a lo establecido en el EIR y BEP.

## 6.7 Métodos de Comunicación

### 6.7.1 Plataforma Google Meet

Mediante esta plataforma se realizan reuniones semanales juntamente con el BIM Manager, Coordinador BIM y Líderes de Disciplina para definir temas del modelo con sus avances, además de fechas de entrega de tareas, con esto el BIM Manager reporta minutas semanales de las reuniones efectuadas.

Figura 13: Plataforma Google Meet

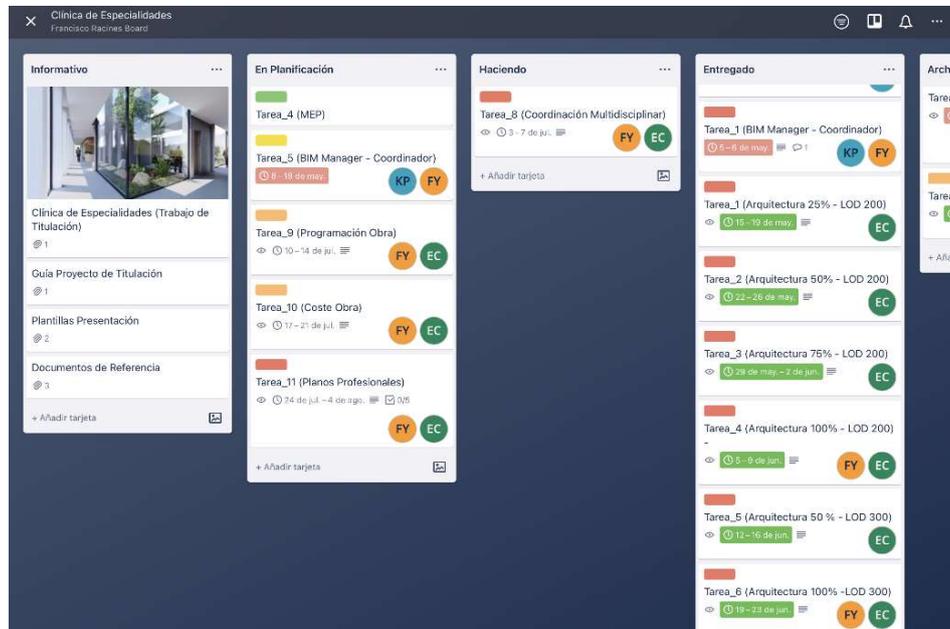


### 6.7.2 Trello

El Líder de Arquitectura maneja un tablero sobre la disciplina arquitectónica donde se muestra el trabajo que va realizando, los entregables pasan al Módulo *Hecho* y las tareas que

nos encontramos realizando en el Módulo *En Proceso*, el Módulo *Pendientes* significa trabajo por realizar y entregar, se muestra a continuación el Tablero Trello de la Clínica de Especialidades.

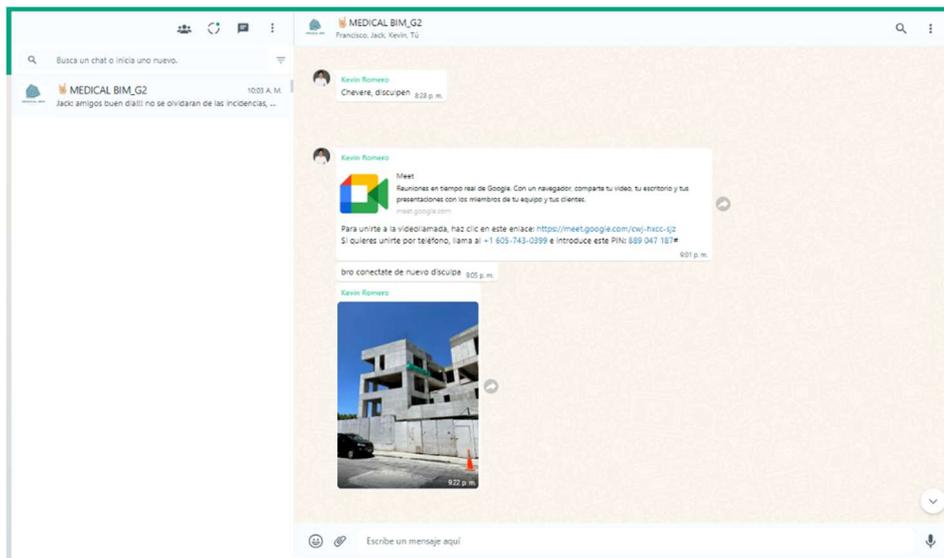
Figura 14: Plataforma Trello



### 6.7.3 WhatsApp

La plataforma de mensajería instantánea WhatsApp ayuda de manera más informal a manejar comunicaciones flash con los integrantes del equipo como el BIM Manager, Coordinador BIM y los líderes, el Coordinadora BIM genera conversaciones, recordando fechas de entrega y cronogramas de reuniones.

Figura 15: Plataforma WhatsApp



## 6.8 Software

Para el desarrollo de las diferentes fases del proyecto y entrega de archivos, documentos y planos arquitectónicos, se establece el uso de los siguientes programas:

Tabla 49: Softwares a Utilizar para la Entrega de Archivos y Documentos

Tipo de Información	Software	Objetivo	Extensión
Dibujos 2D	Autocad 2023	Planos Preliminares.	dwg / pdf
Arquitectura	Revit 2023	Modelado del Proyecto Arquitectónico.	rvt
Coordinación	Navisworks 2023	Corrección Interferencias: Disciplinar / Multidisciplinar.	nwd / nwf / nwc
4D	Presto 2023	Programación Fases del Proyecto.	bc3
5D	Presto 2022	Gestión y Control de Costos del Proyecto.	bc3
Gestor Documental	Autodesk Construction Cloud	Gestión, Monitoreo y Control de la información del proyecto.	dwg / pdf / rvt / nwd / nwf / nwc / bc3

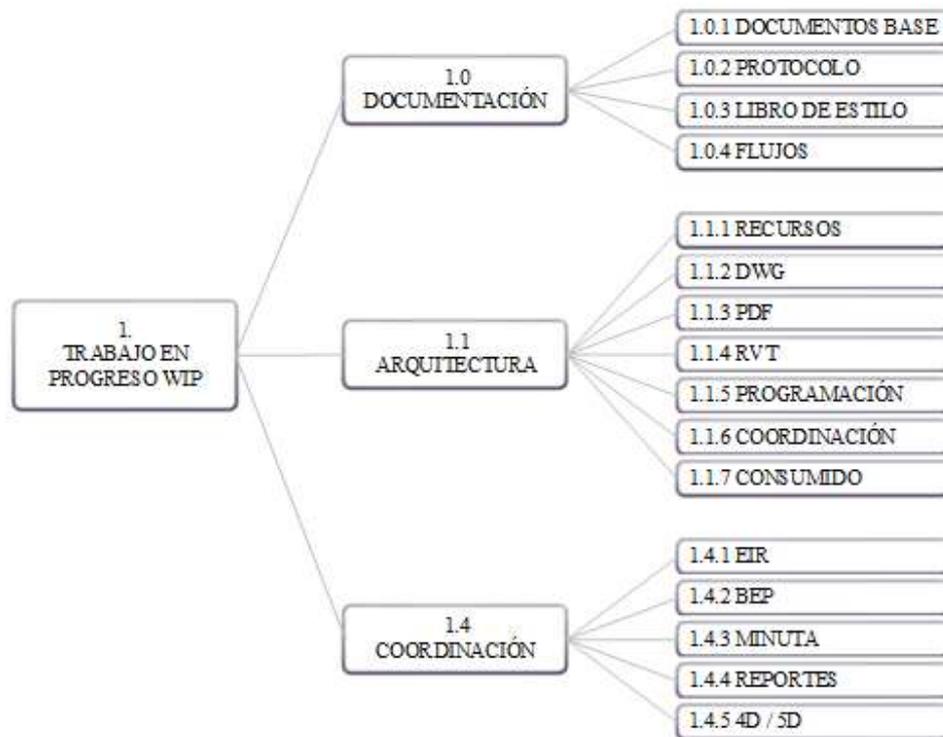
## 6.9 Entorno Común de Trabajo

El Líder de arquitectura acorde a los flujos de trabajo y productos entregables establecidos, debe sistematizar y entregar la información a la coordinación BIM; para el efecto se cuenta con una fuente única de datos que permite almacenar y distribuir documentos,

archivos e información selecta del proyecto, que han sido aprobados por los equipos de trabajo y la coordinación BIM a través de un proceso de gestión.

El entorno común de datos (ECD) establecido para el desarrollo de este proyecto es la plataforma ACC (Autodesk Construction Cloud) de la casa comercial AUTODESK. A continuación, se detalla el espacio de trabajo creado por la coordinación BIM para el equipo de Arquitectura.

Figura 16: Estructura de Carpetas - Espacio de Trabajo del Líder de Arquitectura



## 6.10 Estructura de carpetas

La coordinación BIM es la responsable de generar la estructura y nomenclatura de las carpetas de acuerdo a la normativa ISO 19650; y establecer los niveles de acceso a los distintos equipos de trabajo acorde a lo establecido en el BEP.

El Líder de arquitectura en la carpeta 1.1. ARQUITECTURA, entrega los archivos y documentos, y carga el modelo arquitectónico con sus diferentes avances y versionamientos

propios de la plataforma ACC. A continuación, se detalla la información que contiene cada subcarpeta:

*Tabla 50: Detalle de Información de la Subcarpeta 1.1 Arquitectura*

Nro.	Ítem	Descripción
1.1.1	RECURSOS:	Carpeta que contiene los archivos de Plantillas RTE.
1.1.2	DWG:	Carpeta que contiene los archivos DWG de plantas, fachadas y cortes arquitectónicos que sirven para exportar los planos 2D a REVIT.
1.1.3	PDF:	Carpeta que contiene documentos en formato PDF con información general que ayudan a complementar la gestión y modelado arquitectónico.
1.1.4	RVT:	Carpeta que contiene el modelo arquitectónico en formato RVT (REVIT).
1.1.5	PROGRAMACIÓN:	Carpeta que contiene los archivos de programación y coste de obra del proyecto en formato BC3 (PRESTO).
1.1.6	COORDINACIÓN:	Carpeta que contiene los archivos de coordinación disciplinar y multidisciplinar en formatos NWC, NWD Y NWF (NAWISWORK).
1.1.7	CONSUMIDO:	Carpeta que contiene archivos RVT (REVIT) de modelos de otras disciplinas que sirven para consumir en el modelo arquitectónico.

## 6.11 Hitos del rol de arquitectura

Para el desarrollo, monitoreo y control del proyecto, el equipo de arquitectura establece los siguientes Hitos, mismos que deberán ser entregados dentro un cronograma establecido por la coordinación BIM.

*Tabla 51: Hitos de Entrega del Rol de Arquitectura*

Hito	Archivo a Presentar
Hito 1: Modelo arquitectónico de la edificación LOD 200	Modelo del proyecto
Hito 2: Modelo arquitectónico, Nivel +4.00, Planta de Quirófanos LOD 300	Modelo del Proyecto
Hito 3: Programación	Cronograma de ejecución
	Presupuesto de obra
Hito 4: Planos profesionales	Planos arquitectónicos
	Fachadas arquitectónicas
	Cortes arquitectónicos
	Tablas de cantidades

## 6.12 Cronograma de trabajo

La planificación respecto al tiempo estimado para el desarrollo del presente ejercicio académico es de 4 meses entre abril y agosto del 2023.

*Tabla 52: Cronograma de Trabajo*

Usos BIM	Desde	Hasta	Formato
Modelado Arquitectura	04/2023	05/2023	dwg / rvt
Coordinación Multidisciplinar	06/2023	07/2023	nwd / nwf / nwc
Cronograma	07/2023	08/2023	bc3
Presupuesto	07/2023	08/2023	bc3
Planos Profesionales	08/2023	08/2023	pdf

## 6.13 Guía de diseño

Le guía de diseño se desarrolla a partir del protocolo de diseño y manual de estilos entregado por la coordinación BIM al equipo de arquitectura, que en términos generales es la que determina como se va a nombrar al modelo arquitectónico y sus elementos, y los documentos, archivos y planos creados durante la ejecución del proyecto.

### 6.13.1 Nomenclatura

Para la disciplina de arquitectura la nomenclatura se basa en la normativa 19650, por lo que el nombre del archivo se escribe en mayúsculas separado con guiones bajos y sin espacio, para el caso de que se deba separar palabras se lo hace con un punto (.).

#### 6.13.1.1 Nomenclatura de documentos:

MB\_G2\_ARQ\_MANUAL.ESTILOS

*Tabla 53: Ejemplo de Nomenclatura de Documentos*

Empresa	Grupo	Disciplina	
MB	G2	ARQ	Información adicional se separa por un punto.

### 6.13.1.2 Nomenclatura de modelos / archivos:

MB\_G2\_ARQ\_MODELADO

Tabla 54: Ejemplo de Nomenclatura de Modelos / Archivos

Empresa	Grupo	Disciplina	M3D	
MB	G2	ARQ	MODELADO	Información adicional se separa por un punto.

### 6.13.1.3 Nomenclatura de planos:

MB\_G2\_ARQ\_EMP\_A01\_CONTEXTO.EMPLAZAMIENTO

Tabla 55: Ejemplo de Nomenclatura de Planos

Empresa	Grupo	Disciplina	Subdisciplina	Código	
MB	G2	ARQ	EMP	A01	Información adicional se separa por un punto.

### 6.13.2 Abreviatura

Las abreviaturas para los elementos y materiales que se utilizan en el desarrollo del proyecto de acuerdo al manual de estilos establecido por la coordinación BIM, mismos que se detallan a continuación:

Tabla 56: Abreviaturas para Elementos y Materiales

Denominación	Abreviatura
Acabados de Muro	ACM
Acabados de Piso	ACP
Acero de Refuerzo	AcR
Acero inoxidable	Inx
Aluminio	Alu
Arquitectura	Arq
Barandilla	Ba
Batiente	Bat
Bloque	Blq
Cerámica	Cer

Césped Natural	CsN
Cielo Raso	CR
Corrediza	Cor
Empaste	Emp
Enlucido	Enl
Estructura Perfil Galvanizado	EPG
Exterior	Ext
Hoja (puertas y ventanas)	Hoj
Hormigón Armado	HoA
Interior	Int
Madera	Mad
Masillado	Mas
Membrana Líquida	MeL
Muro	M
Muro Cortina	MC
Muro Mampara	MM
Muro Rejilla	MR
Plaqueta de Yeso	Gs
Pintura	Pin
Pisos	S
Policloruro de Vinilo	Pvc
Porcelanato	Por
Proyectable	Pry
Puerta	P
Tierra Natural	TrN
Tubo Mecánico	TuM
Vidrio	Vid
Vinil Conductivo	ViC

### 6.13.3 Descripción detallada de los elementos de arquitectura

Para el desarrollo del modelo arquitectónico es de vital importancia trabajar con una nomenclatura que permita el correcto nombramiento de cada uno de los elementos, y realizar una correcta aplicación del nivel de desarrollo de información de dichos elementos, para este ejercicio práctico es un LOD 200 y 300.

A continuación, se muestra la nomenclatura para los elementos arquitectónicos generados en base al protocolo de estilo entregado por la coordinación BIM, que contienen el tipo de medición, LOD, tipo, criterio general, jerarquía, nomenclatura e interacción con otros elementos del modelado; cabe indicar que el líder de arquitectura retroalimenta la información de acuerdo a la necesidad y avanza el modelo arquitectónico.

Tabla 57: Ejemplos de Descripción Detallada de los Elementos de Arquitectura

<b>Muros Arquitectónicos</b>				
<b>Nomenclatura</b>	M1_Arq_20cm_2,5.Enl+20.Blq+2,5.Enl			
<b>Criterios Generales</b>	Identificación del tipo de mampostería y sus características básicas			
<b>Tipo</b>	Todos los tipos	<b>Detalles</b>	<b>LOD</b>	<b>MED</b>
<b>Definición por capas</b>	Multicapa	De acuerdo a los acabados	200 300	M2
<b>Vinculación elementos de referencia</b>	Ejes y Niveles	Estructura, Ejes y Niveles		
<b>Vinculación elementos del modelo</b>	Base – Tope por lógica bidireccional			
<b>Jerarquía Acabados</b>	Prioridad 2	Acabado de pared hasta el nivel del cielo raso		
<b>Jerarquía Coordinación</b>	Prioridad 1 - Estructura			
<b>Estrategia</b>	Según proceso constructivo			
<b>Muros Cortina</b>				
<b>Nomenclatura</b>	MC1_05cm_Ext_Alu.Vid_100x300cm			
<b>Criterios Generales</b>				
<b>Tipo</b>	Exterior	<b>Detalles</b>	<b>LOD</b>	<b>MED</b>

<b>Definición por capas</b>	N/A		200 300	M2
<b>Vinculación elementos de referencia</b>	Ejes y Niveles	Estructura, Ejes y Niveles		
<b>Vinculación elementos del modelo</b>	Base – Tope por lógica bidireccional			
<b>Jerarquía Acabados</b>	Prioridad 2			
<b>Jerarquía Coordinación</b>	Prioridad 1 - Estructura			
<b>Estrategia</b>	Según proceso constructivo	Alineación al centro		
<b>Puertas</b>				
<b>Nomenclatura</b>	P1_Bat_1Hoj_Mad.Vid_6001x210cm			
<b>Criterios Generales</b>				
<b>Tipo</b>	Exterior e Interior	<b>Detalles</b>	<b>LOD</b>	<b>MED</b>
<b>Definición por capas</b>	N/A		200 300	UND
<b>Vinculación elementos de referencia</b>	N/A			
<b>Vinculación elementos del modelo</b>	Anfitrión - Paredes			
<b>Jerarquía Acabados</b>	Prioridad 1			
<b>Jerarquía Coordinación</b>	Prioridad 2 Arquitectura			
<b>Estrategia</b>	Según proceso constructivo			
<b>Pisos Arquitectónicos</b>				
<b>Nomenclatura</b>	S1_Arq_e=2cm_Por_60x60cm			
<b>Criterios Generales</b>				
<b>Tipo</b>	Exterior e Interior	<b>Detalles</b>	<b>LOD</b>	<b>MED</b>
<b>Definición por capas</b>	Todos los tipos		200 300	M2
<b>Vinculación elementos de referencia</b>	Niveles	Modelar sobre el nivel del piso de acabado estructural		
<b>Vinculación elementos del modelo</b>	Paredes			
<b>Jerarquía Acabados</b>	Prioridad 2			

<b>Jerarquía Coordinación</b>	Prioridad 2 Arquitectura			
<b>Estrategia</b>	Según proceso constructivo			
<b>Cielo Raso</b>				
<b>Nomenclatura</b>	CR1_Int_e=2,00cm_Gs			
<b>Criterios Generales</b>				
<b>Tipo</b>	Interior	<b>Detalles</b>	<b>LOD</b>	<b>MED</b>
<b>Definición por capas</b>	N/A		200 300	M2
<b>Vinculación elementos de referencia</b>	Niveles	Vincular al nivel del tope superior		
<b>Vinculación elementos del modelo</b>	Paredes			
<b>Jerarquía Acabados</b>	Prioridad 2			
<b>Jerarquía Coordinación</b>	Prioridad 2 Arquitectura			
<b>Estrategia</b>	Según proceso constructivo			
<b>Barandillas</b>				
<b>Nomenclatura</b>	Ba_Int_12cm_Blq_h=90cm			
<b>Criterios Generales</b>				
<b>Tipo</b>	Interior	<b>Detalles</b>	<b>LOD</b>	<b>MED</b>
<b>Definición por capas</b>	N/A		200 300	ML
<b>Vinculación elementos de referencia</b>	Niveles			
<b>Vinculación elementos del modelo</b>	Base por lógica bidireccional			
<b>Jerarquía Acabados</b>	Prioridad 2			
<b>Jerarquía Coordinación</b>	Prioridad 2 Arquitectura			
<b>Estrategia</b>	Según proceso constructivo			

## 6.14 Flujos de procesos del rol

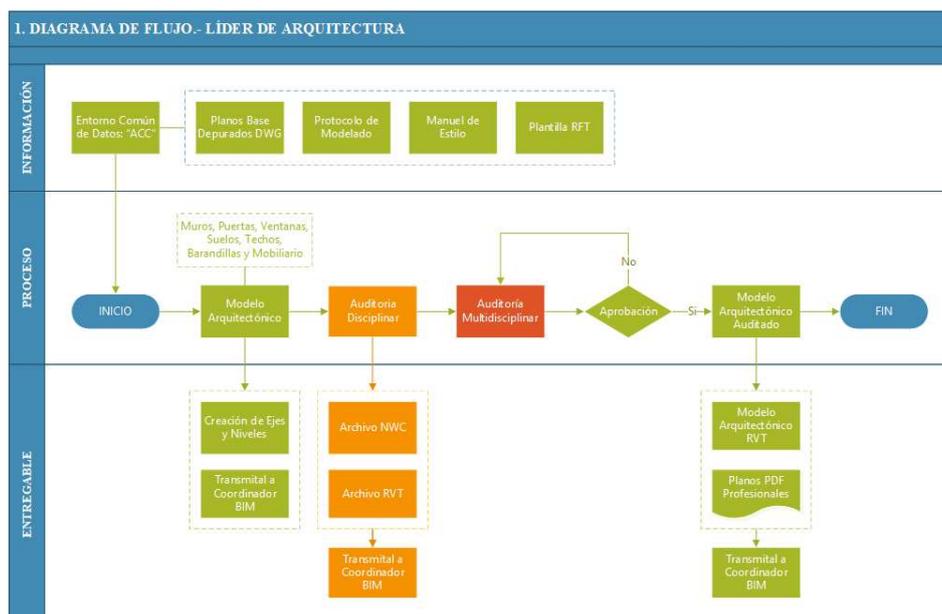
Los flujos de trabajo desarrollados y aplicados por el Líder de Arquitectura son una herramienta facilitadora para la implementación de la metodología BIM, estos describen de una manera clara, precisa y ordenada los procesos a cargo del equipo de arquitectura; es por ello, que dichos diagramas de tareas se vuelven indispensables para un alcanzar un correcto intercambio de información con los involucrados en la ejecución del proyecto.

Los Flujos de Trabajo para este ejercicio académico se estructuran en tres niveles que son: Información, Proceso y Entregables.

- Información: es la documentación base con la que el Líder de Arquitectura arranca el desarrollo de un producto y/o entregable.
- Proceso: es el conjunto de operaciones sucesivas que se ejecutan para obtener un modelo arquitectónico aprobado; a partir de este se generan subflujos para la obtención de: tablas, cronograma, presupuesto y planos profesionales.
- Entregables: son la documentación y/o archivos que se generan a partir de un Modelo Arquitectónico aprobado.

En base a lo mencionado anteriormente se muestra los flujos de trabajo:

Figura 17: Flujo General Líder de Arquitectura



## **6.15 Descripción de actividades Proyecto “Clínica de Especialidades”**

### **6.15.1 Consumibles**

A través del Gestor Documental ACC, la coordinación BIM mediante un transmital entrega formalmente en carpeta documentos base: el Protocolo de Modelado y el Libro de Estilo, en la carpeta arquitectura: los archivos arquitectónicos de la “Clínica de Especialidades” en formato CAD; y finalmente, en la carpeta de coordinación: el EIR y BEP para el desarrollo del proyecto.

Con la información mencionada, el Líder de Arquitectura presenta a la coordinación una planificación de actividades con los mecanismos de comunicación y reuniones, entregables y cronogramas de entrega. Así se da inicio a los trabajos a cargo del equipo de arquitectura de acuerdo a los flujos de trabajo determinados, conforme al alcance y objetivos constantes en el EIR y BEP.

### **6.15.2 Proceso de Modelado Arquitectónico**

El modelado arquitectónico es el proceso de creación de una representación tridimensional que permite a un equipo de arquitectura generar proyectos de cualquier tipo, dificultad y escala, en este caso una “Clínica de Especialidades”.

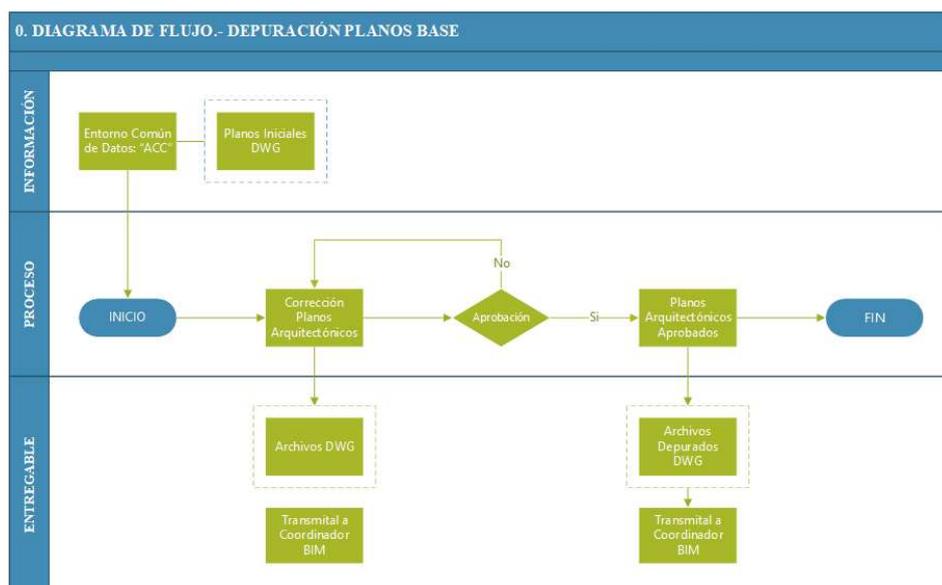
Este innovador proceso permite la visualización y la extracción de información de los elementos que lo componen un modelo, y tiene entre otras la virtud de actualizar o sustituir elementos del diseño arquitectónico de una manera cómoda y rápida.

El Líder de Arquitectura, tiene la responsabilidad de elaborar un modelo arquitectónico de acuerdo Protocolo de Modelado y el Libro de Estilo establecido por el Coordinadora BIM. El avance del modelo arquitectónico es cargado en el gestor documental ACC en la carpeta Trabajo en Progreso WIP, y se efectúa de la siguiente manera:

### 6.15.2.1 Depuración de Planos Base

La coordinación BIM a través de un transmital en la plataforma ACC entrega los planos base de la “Clínica de Especialidades” formato CAD; con este insumo previo al inicio del modelado Arquitectónico, el Líder de Arquitectura procede con la depuración de los planos recibidos de acuerdo al siguiente flujo de trabajo:

Figura 18: Flujo Depuración Planos Base



Una vez que ha sido aprobado por parte de coordinación BIM la depuración de los Planos Arquitectónicos Base, el Líder de Arquitectura mediante un transmital en la plataforma ACC comienza el desarrollo del modelo arquitectónico.

### 6.15.2.2 Unidades Disciplina Arquitectura

Cuando se inicia con el modelo arquitectónico es necesario definir las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Métrico Internacional.

Tabla 58: Unidades de Medida Disciplina de Arquitectura

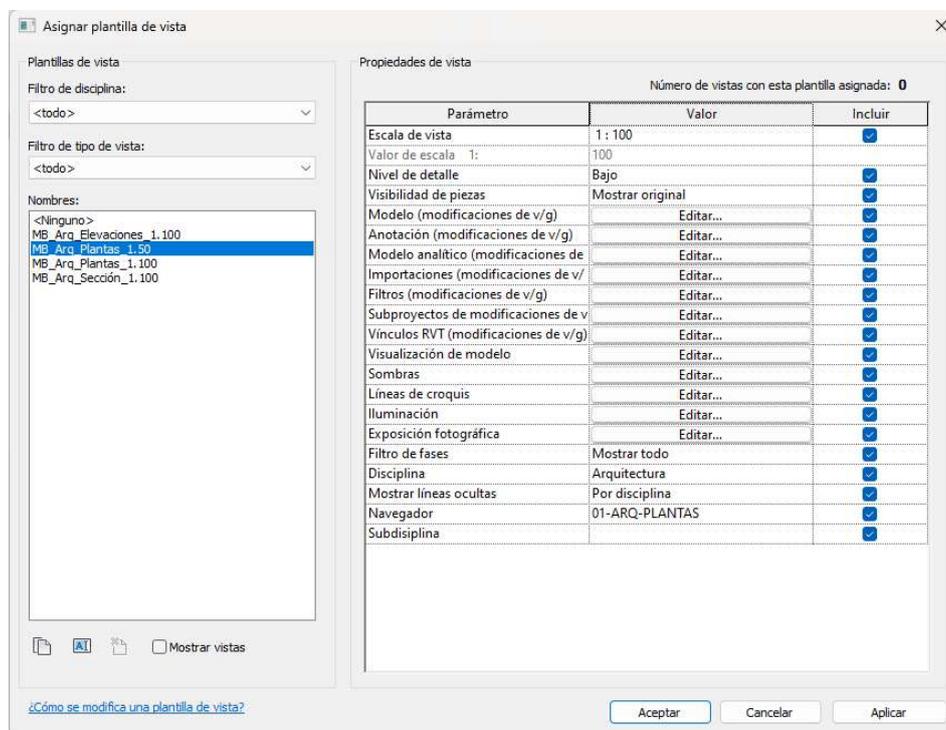
Sistema	Unidad	Decimales	Ángulos	Pendientes
Métrico	Metro (m)	(dos) 0,00	(grados) °	(porcentaje) %

### 6.15.2.3 Plantilla Arquitectónica

La coordinación BIM a través de un transmital en la plataforma ACC entrega en la carpeta 1.1.1. RECURSOS la Plantilla de Arquitectura para el modelado de la “Clínica de Especialidades”; el Líder de Arquitectura carga este insumo en el Software de Diseño Arquitectónico REVIT e inicia con el proceso de modelado.

La plantilla de Arquitectura contiene información como escala, nivel de detalle, visualización del modelo, rangos de vista, sombras, entre otras que se muestran a continuación:

Figura 19: Detalle Plantilla de Arquitectura



### 6.15.2.4 Codificación de Elementos

La codificación para la denominación de los elementos dentro del modelado y la documentación arquitectónica está basada en el Libro de Estilos entregado por la coordinación BIM, así como también en normativas internacionales como BIM Learning.

Para la realización del Proyecto Clínica de Especialidades se ha optado por utilizar abreviaturas que identifiquen de manera sencilla cada elemento tanto como muros, muros cortinas, puertas, barandillas, suelos arquitectónicos, cielo raso y acabados de piso y pared.

*Tabla 59: Codificación de Elementos*

Descripción	Código
<b>General</b>	
MEDICAL BIM	MB
GRUPO 2	G2
Arquitectura	ARQ
Subsuelo 2 Nivel -6.68m	N1
Subsuelo 1 Nivel -3.48m	N2
Planta Baja, Nivel ±0.00m	N3
Planta 1 Nivel +4.00m	N4
Planta 2 Nivel +8.00m	N5
Planta 3 Nivel +12.00m	N6
Planta 4 Nivel +16.00m	N7
Planta de cubiertas Nivel +21.00	N8
Implantación	IMP
<b>Muros de Hormigón Armado</b>	
Muro de 25cm	M1
<b>Muros de Bloque</b>	
Muro de 10cm	M2
Muro de 15cm	M3
Muro de 20cm	M4
<b>Muros de Plaqueta de Yeso</b>	
Muro de 07cm interior	M5
Muro de 12cm interior	M6
<b>Muros Cortina Fijo</b>	
Muro Cortina de medida 1.00x1.00m	MC1

Muro Cortina de medida 1.00x3.00m	MC2
Muro Cortina de medida 3.00x3.00m	MC3
<b>Muros Cortina Corrido</b>	
Muro Cortina corrido h=2.00m	MCC4
Muro Cortina corrido h=3.00m	MCC5
<b>Muros Mampara Fijo</b>	
Muro Mampara de medida 1.45x3.00m	MM1
Muro Mampara de medida 1.50x3.00m	MM2
Muro Mampara de medida 1.75x3.00m	MM3
Muro Mampara de medida 1.89x3.00m	MM4
Muro Mampara de medida 1.90x3.00m	MM5
<b>Muro Mampara Corrido</b>	
Muro Mampara corrido h=3.00m	MMC1
<b>Muros Rejilla</b>	
Muro Rejilla de medida 1.40x1.00m	MR1
<b>Puertas Simples de Madera Abatibles</b>	
Puerta de ancho 0.60m	P1
Puerta de ancho 0.70m	P2
Puerta de ancho 0.80m	P3
Puerta de ancho 0.90m	P4
Puerta de ancho 1.00m	P5
Puerta de ancho 1.20m	P6
<b>Puertas Dobles de Madera Abatibles</b>	
Puerta de ancho 1.65m	P7
Puerta de ancho 1.80m	P8
Puerta de ancho 1.90m	P9
Puerta de ancho 2.00m	P10
<b>Puertas Simples de Madera Corredizas con guía</b>	
Puerta de ancho 1.60m	P11
<b>Puertas Simples de Madera Corredizas en Muro</b>	

Puerta de ancho 0.75m	P12
Puerta de ancho 0.80m	P13
<b>Puertas Simples de Vidrio Abatibles</b>	
Puerta de ancho 1.60m	P14
<b>Puertas Dobles de Vidrio Abatibles</b>	
Puerta de ancho 1.60m	P15
<b>Barandilla Muro</b>	
Barandilla hormigo armado h= 1.00m	Ba1
<b>Barandilla Metálica</b>	
Barandilla metálica h= 1.00m	Ba2
<b>Barandilla de Vidrio</b>	
Barandilla de vidrio h= 1.00m	Ba3
<b>Suelos Arquitectónicos</b>	
Hormigón Armado e=20cm	S1
Suelo Césped Natural e=20cm	S2
Masillado de piso h=2.2cm	S3
Impermeabilización de piso e= 0.3cm	S4
<b>Cielo Raso</b>	
Cielo Raso de Gypsum Interior	CR1
Cielo Raso de Gypsum Exterior	CR2
Cielo Raso de PVC	CR3
<b>Acabado de Pisos</b>	
Acabado de porcelanato	AcP1
Acabado de vinil	AcP2
<b>Acabado de Muros</b>	
Acabado de cerámica	AcM1
Acabado de porcelanato (Barredera)	AcM2
Acabado de Vinil Conductivo (Barredera)	AcM3
Acabado de Pintura Látex	AcM4
Acabado de Pintura Sanitaria	AcM5

Los elementos del modelado arquitectónico se nombran de acuerdo a la nomenclatura establecida en el Protocolo de Diseño. A cada uno de estos elementos se edita sus Propiedades de Tipo de acuerdo a la necesidad del proyecto.

Figura 20: Propiedades y Parámetros de Elementos de Arquitectura

Propiedades de tipo

Familia: Familia de sistema: Muro básico Cargar...

Tipo: M1\_Arq\_25cm\_HoA Duplicar...

Cambiar nombre...

Parámetros de tipo

Parámetro	Valor
<b>Construcción</b>	
Estructura	Editar...
Envolvente en inserciones	Sin envolvente
Envolvente en extremos	Ninguno
Anchura	0.2500
Función	Exterior
<b>Gráficos</b>	
Patrón de relleno de detalle bajo	
Color de relleno de detalle bajo	■ Negro
<b>Materiales y acabados</b>	
Material estructural	Hormigón, Moldeado in situ, gris
<b>Propiedades analíticas</b>	
Coefficiente de transferencia de calor (U)	4.1840 W/(m <sup>2</sup> ·K)
Resistencia térmica (R)	0.2390 (m <sup>2</sup> ·K)/W
Masa térmica	377.775000 kJ/(m <sup>2</sup> ·K)
Absortancia	0.700000
Aspezeza	3
<b>Datos de identidad</b>	
Imagen de tipo	
Nota clave	Md.1

[¿Qué hacen estas propiedades?](#)

<< Vista previa Aceptar Cancelar Aplicar

Una vez ingresados las propiedades de tipo de los elementos arquitectónicos, a estos se les puede editar sus parámetros tanto de grosor de capas como de su materialidad.

Figura 21: Edición de Elementos de Arquitectura

Editar montaje

Familia: Muro básico

Tipo: M1\_Arq\_25cm\_HoA

Grosor total: 0.2500 (Por defecto) Altura de muestra: 6.0000

Resistencia (R): 0.2390 (m<sup>2</sup>·K)/W

Masa térmica: 377.78 kJ/(m<sup>2</sup>·K)

Capas

CARA EXTERIOR					
Función	Material	Grosor	Envoltantes	Material estructural	Variable
1 Contorno del núcleo	Capas de envolvente por e	0.0000			
2 Estructura [1]	Hormigón, Moldeado in s	0.2500	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3 Contorno del núcleo	Capas de envolvente por d	0.0000			

CARA INTERIOR

Insertar Suprimir Arriba Abajo

Envolvente por defecto

En las inserciones: Sin envolvente

En los extremos: Ninguno

Modificar estructura vertical (sólo en vista previa de sección)

Modificar Fusionar regiones Barridos

Asignar capas Dividir región Telares

Vista: Plano de planta: Modificar atrib. Vista previa >> Aceptar Cancelar Ayuda

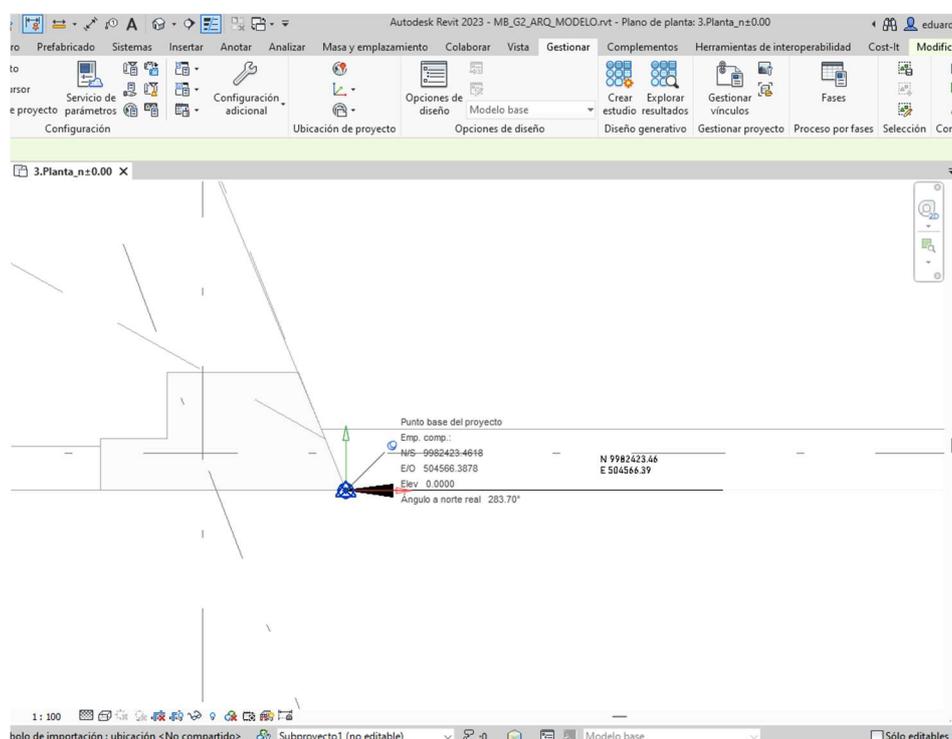
### 6.15.2.5 Orientación del Modelo Arquitectónico

El Líder de Arquitectura de acuerdo a lo establecido en el BEP, inserta las coordenadas de ubicación de la “Clínica de Especialidades” en REVIT y da inicio al modelado arquitectónico con la implantación del proyecto.

Tabla 60: Coordenadas del Modelo de Arquitectura

Latitud	Longitud
N/S 9982423.4618	E/O 504566.3878

Figura 22: Georreferenciación del Modelo de Arquitectura



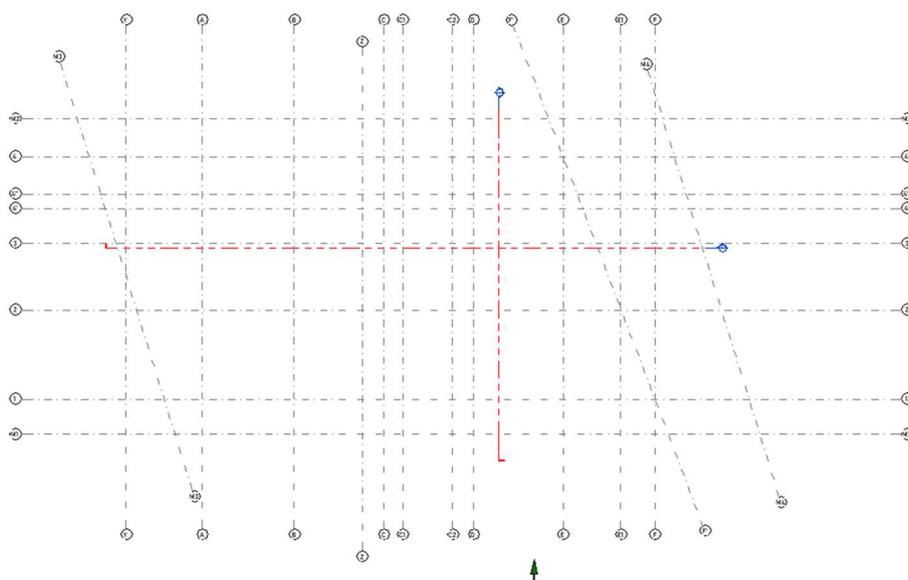
### 6.15.2.6 Importación de Planos DWG a REVIT

Previo a la vinculación de los planos Arquitectónicos Base CAD al REVIT se deben definir los niveles y ejes con las extensiones reales del proyecto “Clínica de Especialidades”.

Figura 23: Niveles del Modelo de Arquitectura

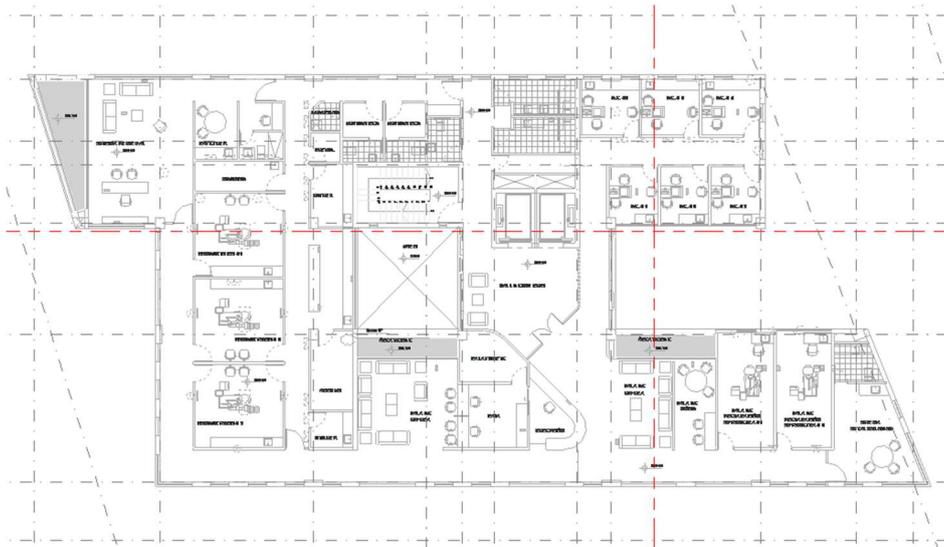


Figura 24: Ejes del Modelo de Arquitectura



Una vez determinadas las alturas y las rejillas reales del proyecto, se procede a la importación de los planos arquitectónicos según el nivel requerido.

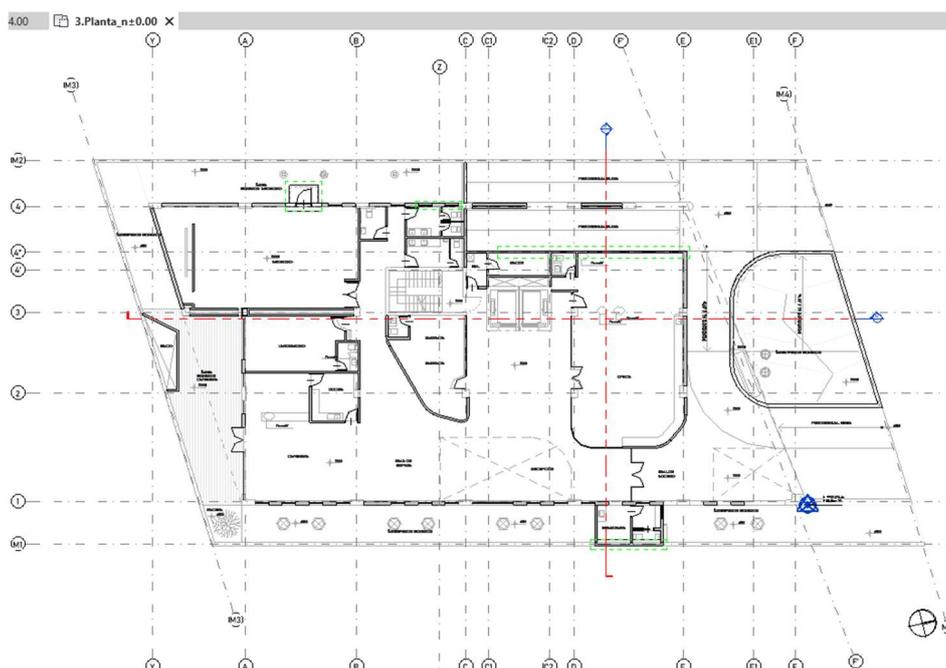
Figura 25: Vinculación Planos DWG al Modelo de Arquitectura



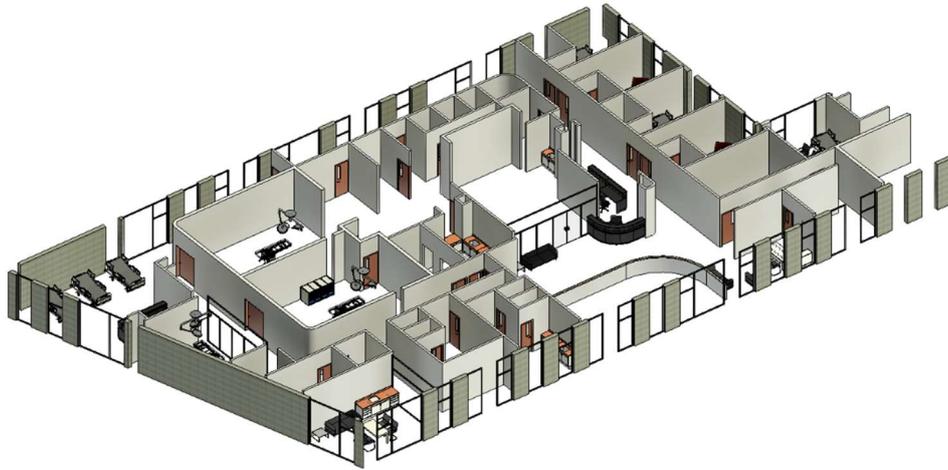
### 6.15.2.7 Modelado Arquitectónico por Niveles

Establecidos los Niveles y Ejes reales para el desarrollo de la “Clínica de Especialidades”, se procede con el modelamiento de cada uno de los elementos arquitectónicos de acuerdo con el plano de CAD vinculado, tomando en cuenta los niveles de base y restricción de altura. Los niveles del proyecto determinados son: Nivel -6.68, Nivel -3.48, Nivel  $\pm 0.00$ , Nivel +4.00, Nivel +8.00, Nivel +12.0, Nivel +16.00 y Nivel +21.00.

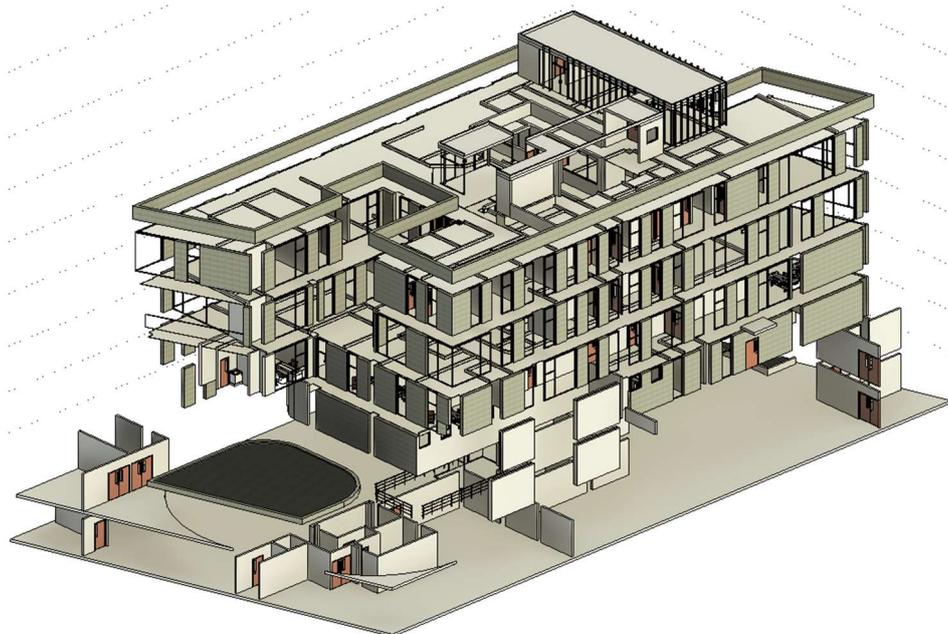
Figura 26: Modelado de Muros Arquitectónicos Nivel  $\pm 0.00$



*Figura 27: Isometría Planta Nivel +4.00*



*Figura 28: Isometría de Modelo Arquitectónico Final*



#### **6.15.2.8 Auditoría Disciplinar del Modelo Arquitectónico**

Concluido el Modelado Arquitectónico, el Líder de Arquitectura realiza una auditoría interna - disciplinar de control de calidad a dicho modelo; para el efecto, ejecuta las siguientes actividades:

### 6.1.1.1.1 Inspección de interoperabilidad y buenas prácticas al modelo arquitectónico con la herramienta específica de interoperabilidad Model Checker.

Figura 29: Auditoría de Interoperabilidad del Modelo de Arquitectura

**Autodesk Model Checker para Revit**

**RVT**

**Título:** Revit Model Best Practices for Revit 2023  
**Fecha:** miércoles, 23 de marzo de 2022  
**Autor:** Autodesk  
**Descripción:** Series of checks to review modeling best practices and integrity

**Resumen de chequeos:** 97 chequeos, 8 (100%) Pass, 0 FAIL, cuenta/lista 47, 42 no ejecutado

**Fecha del informe:** lunes, 7 de agosto de 2023 - 17:09:30

**Revit FilePath:** C:\Users\593999\Desktop\MB\_G2\_TESIS\MB\_G2\_ARQ\_MODELADO.rvt

**Archivo Checkset:** <https://interoperability.autodesk.com/modelchecker/hostedchecks/bestpractices-2023.xml>

**Revit Model Best Practices:** 97 chequeos, 8 (100%) Pass, 0 FAIL, cuenta/lista 47, 42 no ejecutado

**Model Performance:** 8 chequeos, cuenta/lista 5, 3 no ejecutado

Checks in this section help monitor the result of actions taken over the course of a model's development, which can directly impact the model's performance. Proper management of these items can improve model performance.

- File Size:** RESULT of the file sizes for all reported Revit models in MB (megabytes).  
Resultado: 45,90 MB
- Warnings:** COUNT of all warnings in the model. Too many unresolved warnings can cause performance issues in a Revit model.  
Contar: 0
- Loadable Families:** RESULT and LIST of the families in the project ordered by file size. **\*\*WARNING\*\*** Running this check can take a significant amount of time, depending on how many loadable families the model has.  
Contar: 0

Nota. El Líder de Arquitectura entrega un modelo auditado, sin errores de modelado y con la georreferenciación correcta, para el control utiliza como referencia al archivo checkset de las mejores prácticas Revit-2023.

### 6.1.1.1.1 Gestión de avisos y advertencias del modelo arquitectónico en el software de modelado utilizado REVIT.

Figura 30: Gestión de los Avisos y Advertencias en el Modelo de Arquitectura

Autodesk Revit 2023 - MB\_G2\_ARQ\_MODELO.rvt - Plano de planta: 4.Planta\_n=4.00

4.Planta\_n=4.00

Navegador de proyectos - MB\_G2\_ARQ\_MODELO.rvt

- Vistas (MBIM-UISEK-Subdisciplina)
  - 01-Arquitectura
    - Alzado: Este
    - Alzado: Norte
    - Alzado: Oeste
    - Alzado: Sur
    - Plano de planta: 0.Implantación
    - Plano de planta: 1.Planta\_n=6.68
    - Plano de planta: 2.Planta\_n=3.48
    - Plano de planta: 3.Planta\_n=0.00
    - Plano de planta: 4.Planta\_n=4.00

**Avisos**

- Una línea del boceto está ligeramente fuera del eje y puede causar imprecisiones.
  - Aviso 1
  - Aviso 2
  - Aviso 3
  - Aviso 4
  - Aviso 5
  - Aviso 6
  - Aviso 7
  - Aviso 8
- El muro está ligeramente fuera del eje y puede causar imprecisiones.
- Corfidos de inserción con muro unido.
  - Aviso 9
  - Aviso 10

Mostrar Más información Suprimir seleccionados...

Para resaltar un elemento en la ventana de gráficos, selecciónelo en este árbol.

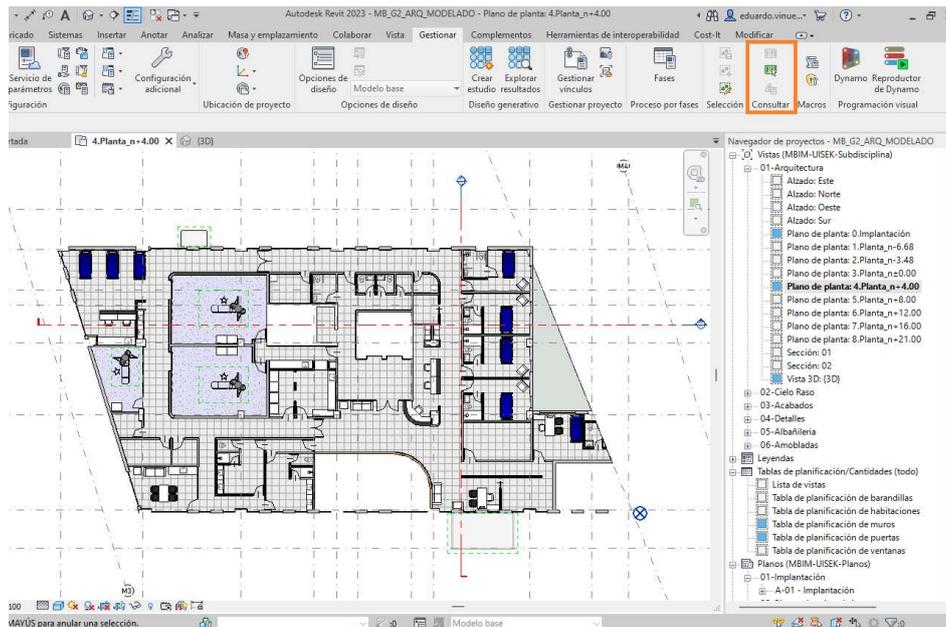
La mayoría de comandos de vista estándar funcionan sin tener que cerrar este cuadro de diálogo.

Exportar... Cerrar

[¿Cómo puedo localizar elementos asociados con las advertencias?](#)

Para la corrección de los avisos y advertencias en REVIT se considera la jerarquía de los elementos arquitectónicos, hay errores que pueden ser admisibles; sin embargo, para este procedimiento se corrigieron todos los errores presentes en el modelo arquitectónico y se entrega un archivo sin ninguna advertencia y/o avisos por subsanar.

Figura 31: Atención y Corrección de Avisos del Modelo de Arquitectura



**6.1.1.1.1** Detección de colisiones entre los elementos compoens del modelo arquitectónico en el software de visualización 3D y coordinación NAVISWORKS.

Para la coordinación disciplinar de arquitectura se establece como requisitos el análisis de duplicidad de elementos y colisiones duras (Conservador) con una tolerancia de 5mm, de acuerdo al siguiente flujo de trabajo:

Figura 32: Flujo de Auditoria Disciplinar del Modelo de Arquitectura

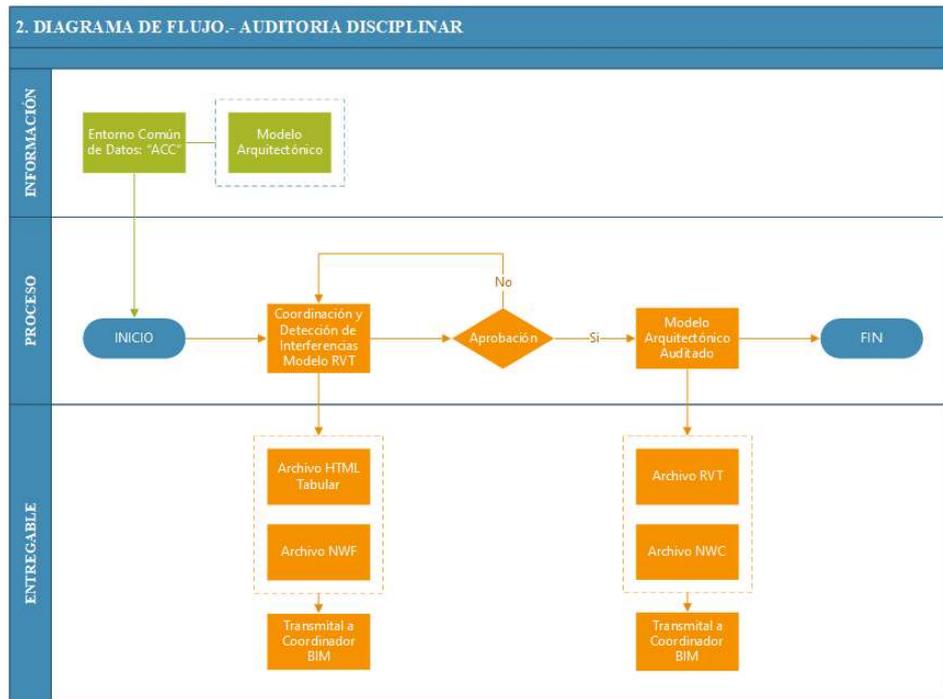


Figura 33: Detección de Choques (Conflicto 62)

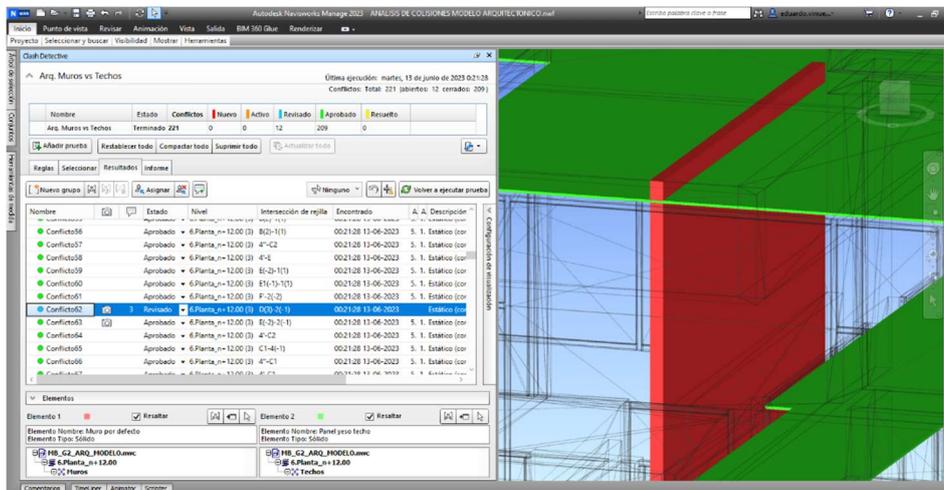


Figura 34: Solución de Choques (Conflicto 62)

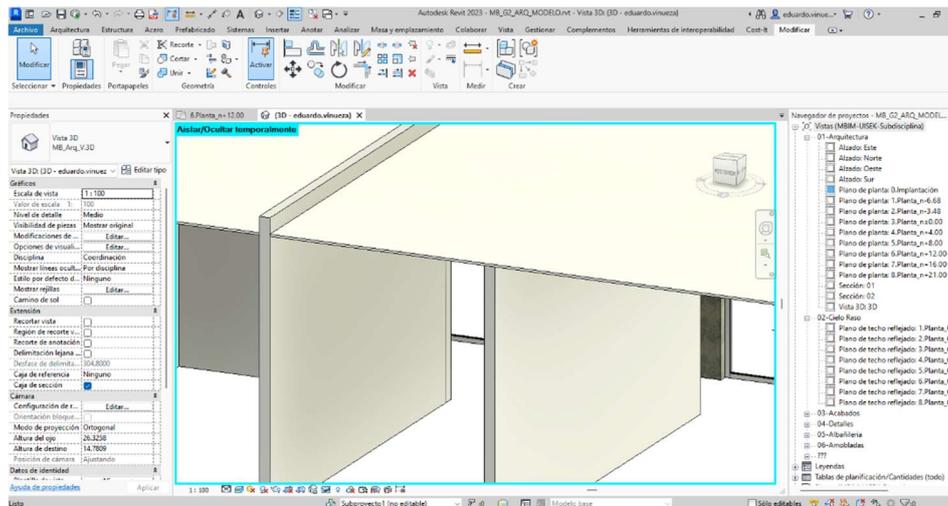
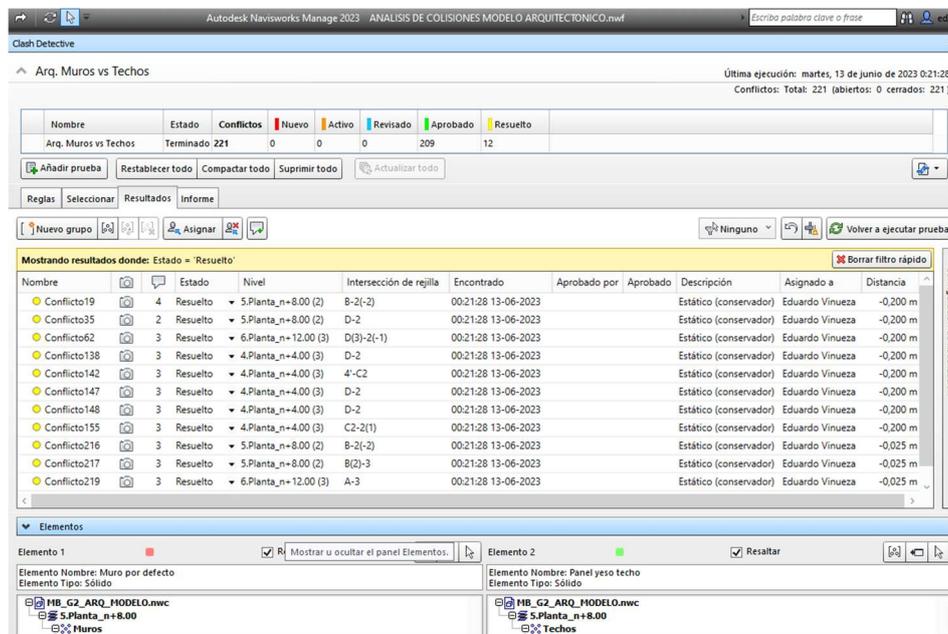


Figura 35: Detalle de Resolución de Conflictos (Colisiones)



Finalizado el proceso de auditoría, mediante un transmital en la plataforma ACC el Líder de Arquitectura remite a la coordinación BIM el archivo del modelo arquitectónico en formato NWC, para el inicio de la coordinación multidisciplinar con las distintas especialidades intervinientes en el proyecto.

### 6.15.2.9 Auditoria Multidisciplinar

La coordinación BIM tiene la responsabilidad de generar un modelo federado de la Clínica de Especialidades, que contenga todos los modelos de las distintas ingenierías intervinientes en el proyecto.

El Líder de Arquitectura mediante un transmital en la plataforma ACC, entrega a la coordinación BIM el modelo arquitectónico en formato NWC para que se ejecute una auditoria multidisciplinar con las diferentes disciplinas del proyecto.

Toda vez que la coordinación BIM ha auditado el modelo de arquitectura con los modelos de estructura y MEP, mediante un transmital en la plataforma ACC entrega al Líder de Arquitectura el archivo de auditoria en formato NWF y el informe de conflictos en formato HTML, para que el equipo de arquitectura proceda con la corrección de las interferencias y colisiones asignadas para la disciplina de arquitectura. Para el desarrollo del proceso se establece el siguiente flujo de trabajo:

Figura 36: Flujo de Auditoria Multidisciplinar

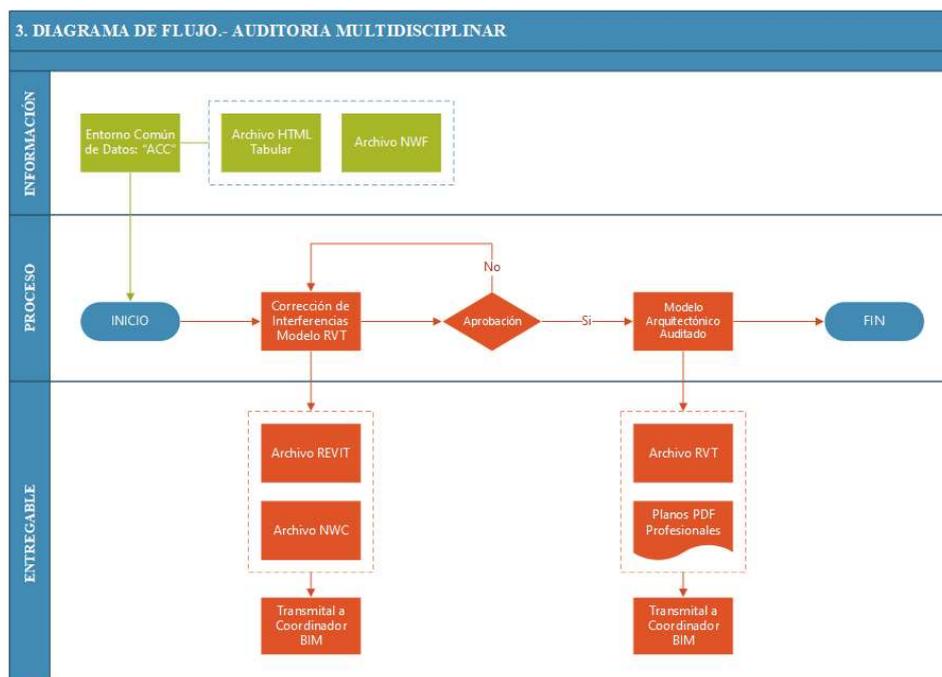


Figura 37: Informe de Colisiones de Estructura Versus Arquitectura

Colisiones Estructura vs Arquitectura										Tolerancia	Conflicto	Nuevo	Activo	Revisado	Aprobado	Resuelto	Tipo	Estado
										0.050m	51	0	8	5	38	0	Estático (conservador)	Aceptar
Imagen	Nombre de conflicto	Estado	Distancia	Ubicación de rejilla	Descripción	Fecha de detección	Asignado a	Punto de conflicto	ID de elemento	Elemento 1			Elemento 2			Comentarios		
										Capa	Elemento Nombre	Elemento Tipo	ID de elemento	Capa	Elemento Nombre		Elemento Tipo	
	Conflicto14	Revisado	0.366	F-E: 1.Planta_n 6.68	Estático (conservador)	2023/7/7 11:52	Arq. Eduardo Vinuesa	x:504542.940, y:9982419.746, z:5.000	ID de elemento 442119	4.Planta_n+4.00	Hormigón, Moldeado in situ, gris	Sólido	ID de elemento 524574	5. Nivel+4.00	Hormigón, Moldeado in situ, gris	Sólido	#0 - fryas - 2023/7/7 11:56 Asignado a Arq. Eduardo Vinuesa	
	Conflicto16	Revisado	0.311	F-F: 1.Planta_n 6.68	Estático (conservador)	2023/7/7 11:52	Arq. Eduardo Vinuesa	x:504561.769, y:9982422.250, z:7.000	ID de elemento 422492	4.Planta_n+4.00	Muro por defecto	Sólido	ID de elemento 558959	5. Nivel+4.00	Hormigón, Moldeado in situ, gris	Sólido	#0 - fryas - 2023/7/7 11:59 Asignado a Arq. Eduardo Vinuesa	
	Conflicto17	Revisado	0.250	F-4: 1.Planta_n 6.68	Estático (conservador)	2023/7/7 11:52	Arq. Eduardo Vinuesa	x:504541.937, y:9982416.264, z:4.000	ID de elemento 460551	4.Planta_n+4.00	Hormigón, Moldeado in situ, gris	Sólido	ID de elemento 545187	5. Nivel+4.00	Hormigón, Moldeado in situ, gris	Sólido	#0 - fryas - 2023/7/7 12:00 Asignado a Arq. Eduardo Vinuesa	
	Conflicto21	Revisado	0.239	A-1: 1.Planta_n 6.68	Estático (conservador)	2023/7/7 11:52	Arq. Eduardo Vinuesa	x:504556.516, y:9982383.281, z:4.000	ID de elemento 445889	4.Planta_n+4.00	Hormigón, Moldeado in situ, gris	Sólido	ID de elemento 545190	5. Nivel+4.00	Hormigón, Moldeado in situ, gris	Sólido	#0 - fryas - 2023/7/7 12:04 Asignado a Arq. Eduardo Vinuesa	

Figura 38: Revisión del Conflicto 14

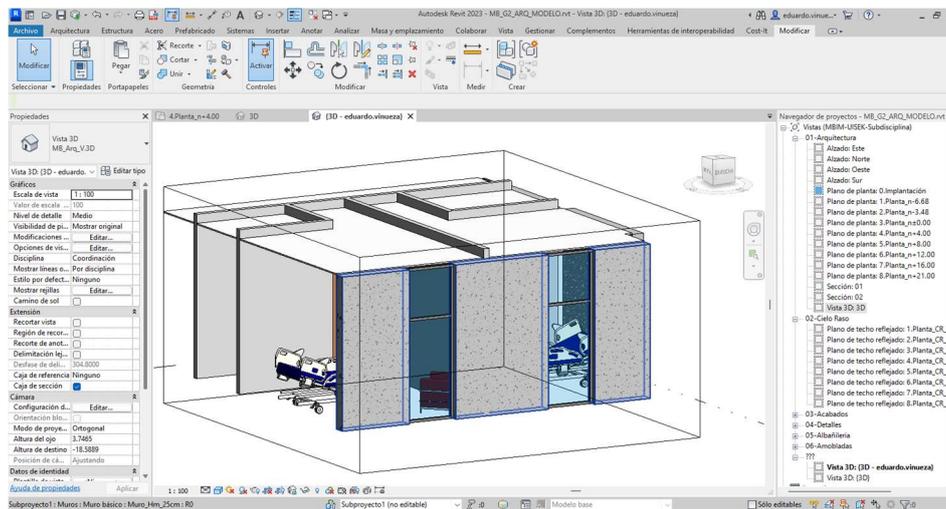


Figura 39: Resolución Conflicto 14

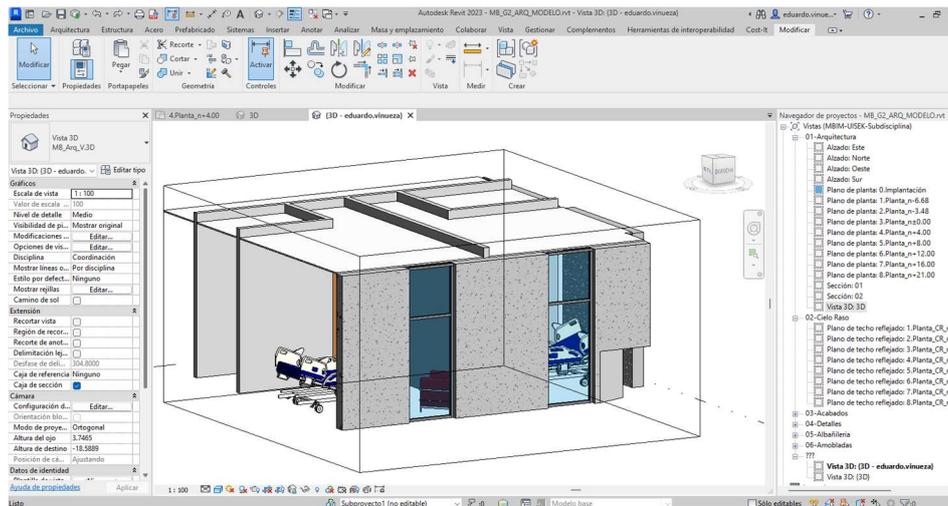
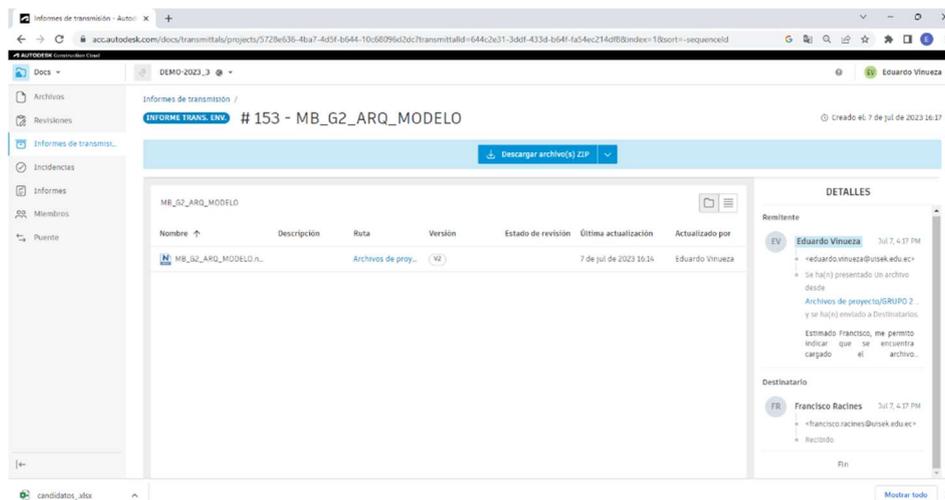


Figura 40: Informe de Transmisión (Resoluciones de Conflictos de Modelo Arquitectónico)



Nota. Corregidas y resueltas todas las interferencias y colisiones asignadas por la coordinación BIM, nuevamente el Líder de Arquitectura mediante un transmital en la plataforma ACC, entrega el archivo del modelo arquitectónico en formato NWC, generando un versionamiento y actualización del archivo mencionado.

## 6.16 Usos del modelo de arquitectura

Concluido el modelo arquitectónico se procede a extraer la información que se va documentar y presentar, así como la data necesaria para la generación de los entregables establecidos en el EIR y el BEP, en el siguiente cuadro se muestra los usos generales para el modelo:

Tabla 61: Usos del Modelo de Arquitectura

Usos	Descripción
<b>Tablas de Mediciones y/o Cantidades</b>	<p>De acuerdo a los requerimientos de la coordinación BIM y lo establecido en el EIR, se cuantifican los elementos detallados a continuación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Muros</li> <li>- Puertas</li> <li>- Suelos arquitectónicos</li> <li>- Techos</li> <li>- Barandillas</li> <li>- Áreas (Habitaciones)</li> <li>- Acabado de Pisos</li> <li>- Acabados de Muros</li> </ul>
<b>Planos Profesionales</b>	<p>De acuerdo a los requerimientos de la coordinación BIM y lo establecido en el EIR, se generan los planos arquitectónicos detallados a continuación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Plantas</li> <li>- Elevaciones</li> <li>- Cortes</li> <li>- Planos de detalle</li> <li>- Planos de romos</li> <li>- Visualizaciones 3D</li> </ul>
<b>Cronograma de Obra</b>	Programación de las actividades de arquitectura mediante un cronograma de trabajos representados en un Diagrama de Gantt.
<b>Simulación Constructiva</b>	Representación digital de la programación constructiva a través de un modelo computacional, con el cual se puede experimentar y tomar decisiones.
<b>Presupuesto de Obra</b>	Desarrollo del presupuesto del proyecto de acuerdo al costo de los rubros establecidos para el proyecto.
<b>Aporte BIM</b>	De acuerdo a la necesidad del proyecto se podría realizar un análisis de iluminancia ambiental 3D, Eficiencia energética o uso del recurso de agua lluvia.

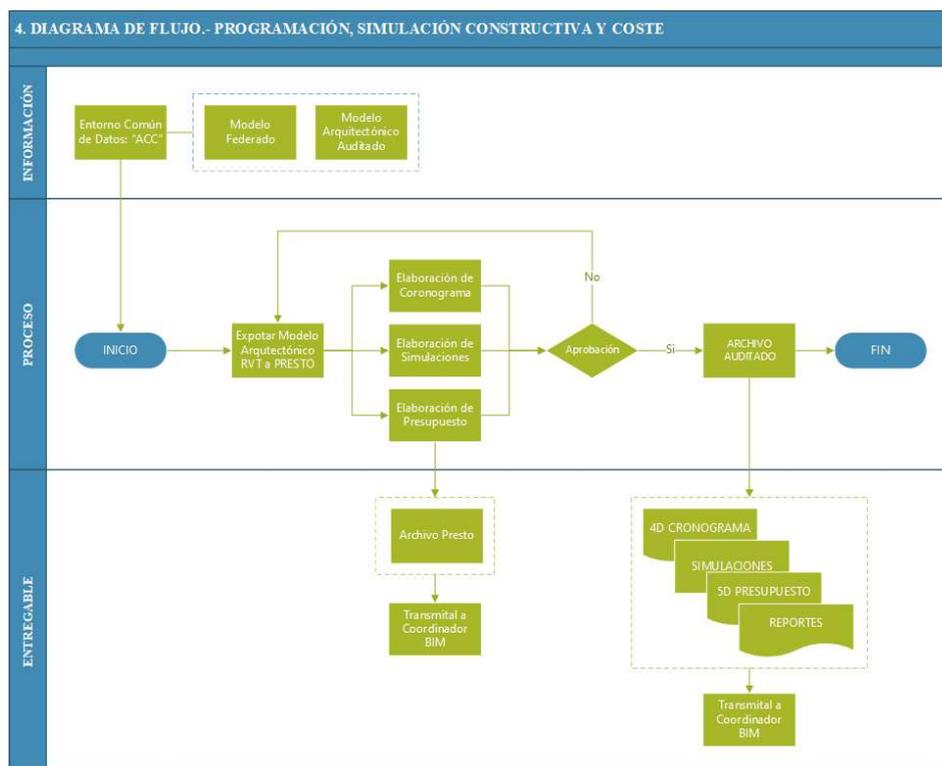
Nota. Todos los documentos generados se acopian bajo una disposición y orden lógico de acuerdo al manual de estilos elaborado y entregado por la coordinación BIM.

## 6.17 Programación y Control de Obra Nivel +4.00 Área de Quirófanos

Los elementos arquitectónicos tales como barandillas, muros, puertas, suelos y techos, se constituyen a partir de la conclusión del sistema estructural; de estos se obtiene la data necesaria para la elaboración del Cronograma de ejecución, Presupuesto de obra y Simulación de construcción.

Para el proceso de programación y control de obra de Nivel +4.00, Área de Quirófanos, se establece el siguiente flujo de trabajo:

Figura 41: Flujo de Programación de Obra



Nota. Primero se determinan los elementos a cuantificarse y presupuestarse, después se les asignan un rubro específico de acuerdo a la necesidad del proyecto con su respectiva una unidad de medida.

Tabla 62: Designación de Rubros y Unidades de Medida

Determinación de Rubros a Cuantificar y Presupuestar "Clínica de Especialidades Nivel +4.00"			
Familia	Elementos del Modelo	Rubro	Unid.
1. BARANDILLAS	Barandilla: Ba1_Int_12,00cm_Blq.Mad_h.100cm	PASAMANO, MURO 12CM, BARANDAL SUPERIOR MADERA, H= 100CM	ml
2. MUROS	Muro básico: M1_Arq_25cm_HoA	ACERO DE REFUERZO FY= 4.200kg/CM2 PARA MUROS EN VARILLA CORRUGADA 14-32MM	kg
	Muro básico: M1_Arq_25cm_HoA	ENCOFRADO DE PARA MUROS CON TABLERO CONTRACHAPADO DE 18MM (4 USOS)	m2
	Muro básico: M1_Arq_25cm_HoA	HORMIGÓN FC= 240KG/CM2 PARA MUROS	m3
	Muro básico: M2_Arq_10cm_1,50.Enl+7,00.Blq+1,50.Enl	MAMPOSTERÍA CON BLOQUE PRENSADO ALIVIANADO DE 40X20X10CM, E= 2.0CM	m2
	Muro básico: M3_Arq_15cm_1,50.Enl+12,00.Blq+1,50.Enl	MAMPOSTERÍA CON BLOQUE PRENSADO ALIVIANADO DE 40X20X15CM, E= 2.5CM	m2
	Muro básico: M4_Arq_20cm_2,5.Enl+15,00.Blq+2,5.Enl	MAMPOSTERÍA CON BLOQUE PRENSADO ALIVIANADO DE 40X20X20CM, E= 3.0CM	m2
	Muro básico: M6_Arq_12cm_1,27.Gs+9,46.EsG+1,27Gs	MAMPOSTERÍA DE CARTÓN-YESO TIPO BOARD DOBLE CARA 1/2" GYPSUM	m2
	Muro básico: AcM1_2,00cm_Cer_30x30cm	CERÁMICA EN PARED 30X30CM	m2
	Muro básico: AcM2_2,50cm_Por_h.15cm	BARREDERA DE PORCELANATO H= 15CM	ml
Muro básico: AcM3_0,03cm_VDi_h.15cm	BARREDERA DE VINIL CONDUCTIVO H= 15CM	ml	

	Muro básico: M2_Arq_10cm_1,50.Enl+7,00.Blq+1,50.Enl Muro básico: M3_Arq_15cm_1,50.Enl+12,00.Blq+1,50.Enl Muro básico: M4_Arq_20cm_2,5.Enl+15,00.Blq+2,5.Enl	ENLUCIDO VERTICAL INTERIOR, PALETEADO FINO, MORTERO 1:4, E=1.50 / 2.50CM	m2
	Muro básico: M2_Arq_10cm_1,50.Enl+7,00.Blq+1,50.Enl Muro básico: M3_Arq_15cm_1,50.Enl+12,00.Blq+1,50.Enl Muro básico: M4_Arq_20cm_2,5.Enl+15,00.Blq+2,5.Enl Muro básico: M6_Arq_12cm_1,27.Gs+9,46.EsG+1,27Gs	EMPASTE VERTICAL MUROS INTERIORES	m2
	Muro básico: M2_Arq_10cm_1,50.Enl+7,00.Blq+1,50.Enl Muro básico: M3_Arq_15cm_1,50.Enl+12,00.Blq+1,50.Enl Muro básico: M4_Arq_20cm_2,5.Enl+15,00.Blq+2,5.Enl Muro básico: M6_Arq_12cm_1,27.Gs+9,46.EsG+1,27Gs	PINTURA ANTIBACTERIAL INTERIOR SATINADA TIPO HOSPITALARIO (3 MANOS)	m2
	Muro cortina: MC2_05cm_Ext_Alu.Vid_h=300cm	MURO CORTINA / MAMPARA DE ALUMINIO SERIE 200 ANODIZADO Y VIDRIO TEMPLADO 10MM	m2
3. PUERTAS	Puerta abatible con cristal: P2_Bat_1Hoj_Mad.Vid_70x210cm	PUERTA SÓLIDA 1H ABATIBLE - MDP TERMOLAMINADA 070 CM (INC: MARCO METÁLICO, CERRADURA)	u
	Puerta abatible con cristal: P3_Bat_1Hoj_Mad.Vid_80x210cm	PUERTA SÓLIDA 1H ABATIBLE - MDP TERMOLAMINADA 080 CM (INC: MARCO METÁLICO, CERRADURA)	u
	Puerta abatible con cristal: P4_Bat_1Hoj_Mad.Vid_90x210cm	PUERTA SÓLIDA 1H ABATIBLE - MDP TERMOLAMINADA 090 CM (INC: MARCO METÁLICO, CERRADURA)	u
	Puerta abatible con cristal: P5_Bat_1Hoj_Mad.Vid_100x210cm	PUERTA SÓLIDA 1H ABATIBLE - MDP TERMOLAMINADA 100 CM (INC: MARCO METÁLICO, CERRADURA)	u
	Puerta abatible de 2 hojas con cristal: P7_Bat_2Hoj_Mad.Vid_165x210cm	PUERTA SÓLIDA 2H ABATIBLE - MDP TERMOLAMINADA 165 CM (INC: MARCO METÁLICO, CERRADURA)	u
	Puerta abatible de 2 hojas con cristal: P9_Bat_2Hoj_Mad.Vid_190x210cm	PUERTA SÓLIDA 2H ABATIBLE - MDP TERMOLAMINADA 190 CM (INC: MARCO METÁLICO, CERRADURA)	u
	Puerta corredera simple en muro con cristal: P13_Cor_1Hoj_Mad.Vid_80x210cm	PUERTA SÓLIDA 1H CORREDERA EN MURO - MDP TERMOLAMINADA 080CM (INC: MARCO, TAPAMARCO, CERRADURA)	u
	Puerta corredera simple con guía deslizante: P11_Cor_1Hoj_Mad.Vid_160x210cm	PUERTA SÓLIDA 1H CORREDERA CON GUÍA - MDP TERMOLAMINADA 160CM (INC: MARCO, TAPAMARCO, CERRADURA)	u
	Puerta de cristal abatible en muro cortina: P14_Bat_1Hoj_Vid_90x210cm	PUERTA DE CRISTAL 1H ABATIBLE EN MURO CORTINA H= 210 CM (INC: CERRADURA, JALADERAS)	m2
	Puerta de cristal abatible de 2 hojas en muro cortina: P15_Bat_2Hoj_Vid_180x210cm	PUERTA DE CRISTAL 2H ABATIBLE EN MURO CORTINA H= 210 CM (INC: CERRADURA, JALADERAS)	m2
4. SUELOS	Suelo: S1_Arq_e=20,00cm_HoA	ENCOFRADO/DEENCOFRADO METÁLICO TIPO RENTECO ALQUILADO PARA LOSA CON PUNTAL 3-4M	m2
	Suelo: S1_Arq_e=20,00cm_HoA	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2 PARA LOSA EN VARILLA CORRUGA 8- 12MM	kg
	Suelo: S1_Arq_e=20,00cm_HoA	HORMIGÓN PREMEZCLADO F'C=240 KG/CM2 (INC. BOMBA Y ADITIVO)	m3
	Suelo: S2_Arq_e=20cm_20,00Tr+05,00Cs	ENCESPADO COLOCACIÓN DE CHAMBA EN ESPACIO PREPARADO	m2
	Suelo: S3_Arq_e=2,30cm_Mas	MASILLADO Y ALISADO DE PISOS CON MORTERO 1:3	m2
	Suelo: S4_Arq_e=3mm_MeL	IMPERMEABILIZACIÓN DE LOSA CON MEMBRANA LÍQUIDA Y LÁMINA DE REFUERZO, TERRAZA VERDE	m2
	Suelo: AcP1_Arq_e=2,50cm_Por_60x60cm	PORCELANATO RECTIFICADO ANTIDESLIZANTE EN PISO DE 60X60CM	m2

	Suelo: AcP2_Arq_e=0,30cm_ViC	VINIL CONDUCTIVO PARA PISO, E=3MM	m2
5. TECHOS	Techo compuesto: CR1_Int_e=2.0cm_Gs	CIELO RASO DE CARTÓN YESO TIPO BOARD COMÚN (GYPSUM 1/2", INC: EMPASTE Y PINTURA)	m2
	Techo compuesto: CR2_Ext_e=2.0cm_Gs	CIELO RASO DE CARTÓN YESO TIPO HIDRÓFUGO (GYPSUM 1/2", INC: EMPASTE Y PINTURA)	m2
	Techo compuesto: CR3_Int_e=2.0cm_Pvc	CIELO RASO DE PVC TIPO HOSPITALARIO (DUELA 5.7X0.20 M COLOR BLANCO)	m2

### 6.17.1 Cronograma de ejecución de obra

La cuarta dimensión del BIM (4D) nos permite examinar y controlar los tiempos de ejecución en una obra, asistiéndonos en la sistematización de las actividades relacionadas al proceso de construcción de una edificación.

Para el desarrollo del cronograma de ejecución de obra del Nivel +4.00, Área de Quirófanos, arrancamos del modelo arquitectónico, interpolando los programas de diseño inteligente de modelado REVIT y de gestión del coste y del tiempo PRESTO, a través del plugin denominado: "Cost-IT", mismo que se integra al software REVIT.

El cronograma de obra se visualiza a través de un diagrama de barras - Gantt, que muestra la planificación de las actividades de arquitectura, en el cual podemos controlar y monitorear el avance del proyecto, volviéndonos más eficientes respecto al uso del tiempo.

Figura 42: Diagrama de Gantt (Cronograma de Ejecución de Obra del Nivel +4.00)

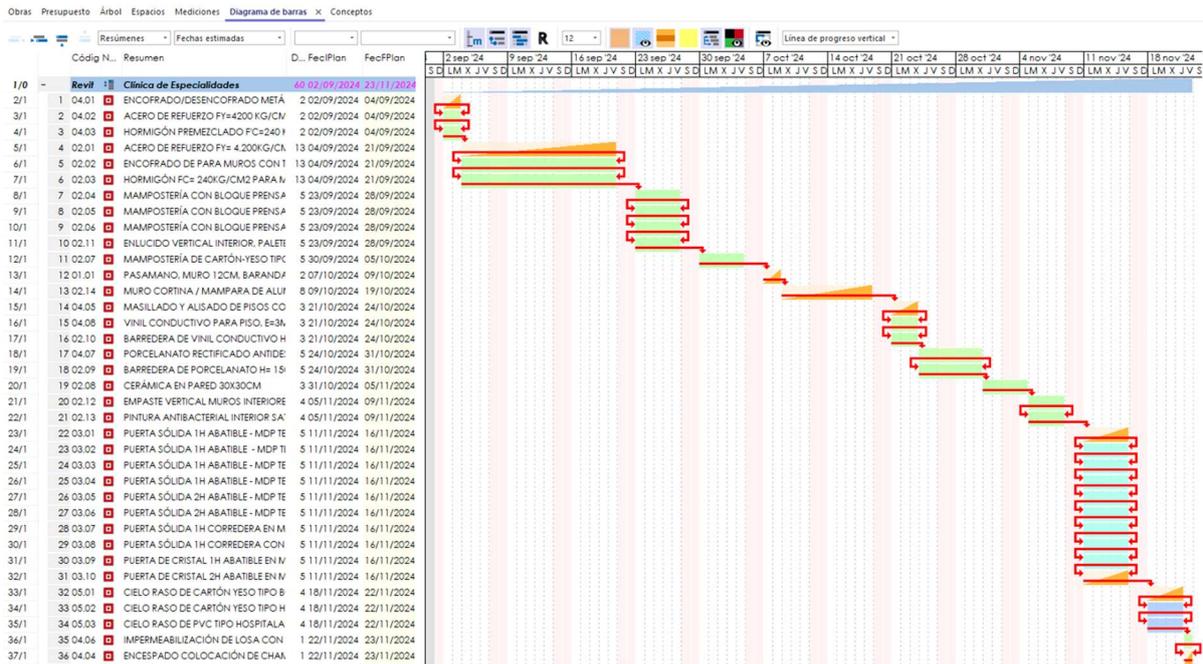


Tabla 63: Cronograma de Ejecución de Obra por Fechas de Planificación del Nivel +4.00

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE OBRA POR FECHAS				
CÓD.	RUBRO	DÍAS	FECHA INICIO PLANIFICADA	FECHA FIN. PLANIFICADA
04.01	ENCOFRADO/DESENCOFRADO METÁLICO TIPO RENTECO ALQUILADO PARA LOSA CON PUNTAL 3-4M	2	02/09/2024	04/09/2024
04.02	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2 PARA LOSA EN VARILLA CORRUGA 8-12MM		02/09/2024	04/09/2024
04.03	HORMIGÓN PREMEZCLADO F'C=240 KG/CM2 (INC. BOMBA Y ADITIVO)		02/09/2024	04/09/2024
02.01	ACERO DE REFUERZO FY= 4.200KG/CM2 PARA MUROS EN VARILLA CORRUGADA 14-32MM	13	04/09/2024	21/09/2024
02.02	ENCOFRADO DE PARA MUROS CON TABLERO CONTRACHAPADO DE 18MM (4 USOS)		04/09/2024	21/09/2024
02.03	HORMIGÓN FC= 240KG/CM2 PARA MUROS		04/09/2024	21/09/2024
02.04	MAMPOSTERÍA CON BLOQUE PRENSADO ALIVIANADO DE 40X20X10CM, E= 2.0CM	5	23/09/2024	28/09/2024
02.05	MAMPOSTERÍA CON BLOQUE PRENSADO ALIVIANADO DE 40X20X15CM, E= 2.5CM		23/09/2024	28/09/2024
02.06	MAMPOSTERÍA CON BLOQUE PRENSADO ALIVIANADO DE 40X20X20CM, E= 3.0CM		23/09/2024	28/09/2024
02.11	ENLUCIDO VERTICAL INTERIOR, PALETEADO FINO, MORTERO 1:4, E=1.50 / 2.50CM		23/09/2024	28/09/2024
02.07	MAMPOSTERÍA DE CARTÓN-YESO TIPO BOARD DOBLE CARA 1/2" GYPSUM	5	30/09/2024	05/10/2024
01.01	PASAMANO, MURO 12CM, BARANDAL SUPERIOR MADERA, H= 100CM	2	07/10/2024	09/10/2024
02.14	MURO CORTINA / MAMPARA DE ALUMINIO SERIE 200 ANODIZADO Y VIDRIO TEMPLADO 10MM	8	09/10/2024	19/10/2024
04.05	MASILLADO Y ALISADO DE PISOS CON MORTERO 1:3	3	21/10/2024	24/10/2024

04.08	VINIL CONDUCTIVO PARA PISO, E=3MM		21/10/2024	24/10/2024
02.10	BARREDERA DE VINIL CONDUCTIVO H= 15CM		21/10/2024	24/10/2024
04.07	PORCELANATO RECTIFICADO ANTIDESLIZANTE EN PISO DE 60X60CM	5	24/10/2024	31/10/2024
02.09	BARREDERA DE PORCELANATO H= 15CM		24/10/2024	31/10/2024
02.08	CERÁMICA EN PARED 30X30CM	3	31/10/2024	05/11/2024
02.12	EMPASTE VERTICAL MUROS INTERIORES		05/11/2024	09/11/2024
02.13	PINTURA ANTIBACTERIAL INTERIOR SATINADA TIPO HOSPITALARIO (3 MANOS)	4	05/11/2024	09/11/2024
03.01	PUERTA SÓLIDA 1H ABATIBLE - MDP TERMOLAMINADA 070 CM (INC: MARCO METÁLICO, CERRADURA)		11/11/2024	16/11/2024
03.02	PUERTA SÓLIDA 1H ABATIBLE - MDP TERMOLAMINADA 080 CM (INC: MARCO METÁLICO, CERRADURA)		11/11/2024	16/11/2024
03.03	PUERTA SÓLIDA 1H ABATIBLE - MDP TERMOLAMINADA 090 CM (INC: MARCO METÁLICO, CERRADURA)		11/11/2024	16/11/2024
03.04	PUERTA SÓLIDA 1H ABATIBLE - MDP TERMOLAMINADA 100 CM (INC: MARCO METÁLICO, CERRADURA)		11/11/2024	16/11/2024
03.05	PUERTA SÓLIDA 2H ABATIBLE - MDP TERMOLAMINADA 165 CM (INC: MARCO METÁLICO, CERRADURA)		11/11/2024	16/11/2024
03.06	PUERTA SÓLIDA 2H ABATIBLE - MDP TERMOLAMINADA 190 CM (INC: MARCO METÁLICO, CERRADURA)	5	11/11/2024	16/11/2024
03.07	PUERTA SÓLIDA 1H CORREDERA EN MURO - MDP TERMOLAMINADA 080CM (INC: MARCO, TAPAMARCO, CERRADURA)		11/11/2024	16/11/2024
03.08	PUERTA SÓLIDA 1H CORREDERA CON GUÍA - MDP TERMOLAMINADA 160CM (INC: MARCO, TAPAMARCO, CERRADURA)		11/11/2024	16/11/2024
03.09	PUERTA DE CRISTAL 1H ABATIBLE EN MURO CORTINA H= 210 CM (INC: CERRADURA, JALADERAS)		11/11/2024	16/11/2024
03.10	PUERTA DE CRISTAL 2H ABATIBLE EN MURO CORTINA H= 210 CM (INC: CERRADURA, JALADERAS)		11/11/2024	16/11/2024
05.01	CIELO RASO DE CARTÓN YESO TIPO BOARD COMÚN (GYPSUM 1/2", INC: EMPASTE Y PINTURA)		18/11/2024	22/11/2024
05.02	CIELO RASO DE CARTÓN YESO TIPO HIDRÓFUGO (GYPSUM 1/2", INC: EMPASTE Y PINTURA)	4	18/11/2024	22/11/2024
05.03	CIELO RASO DE PVC TIPO HOSPITALARIO (DUELA 5.7X0.20 M COLOR BLANCO)		18/11/2024	22/11/2024
04.06	IMPERMEABILIZACIÓN DE LOSA CON MEMBRANA LÍQUIDA Y LÁMINA DE REFUERZO, TERRAZA VERDE		22/11/2024	23/11/2024
04.04	ENCESPADO COLOCACIÓN DE CHAMBA EN ESPACIO PREPARADO	1	22/11/2024	23/11/2024
<b>PLAZO TÉRMINO</b>		<b>60</b>	<b>02/092024</b>	<b>23/11/2024</b>

### 6.17.2 Presupuesto Nivel +4.00 Área de Quirófanos

La quinta dimensión del BIM (5D) es un procedimiento que permite prever el presupuesto de obra de una manera real y precisa, a través de la extracción directa de medidas y cantidades de un modelo de información visual; que a su vez también permite adaptarnos a



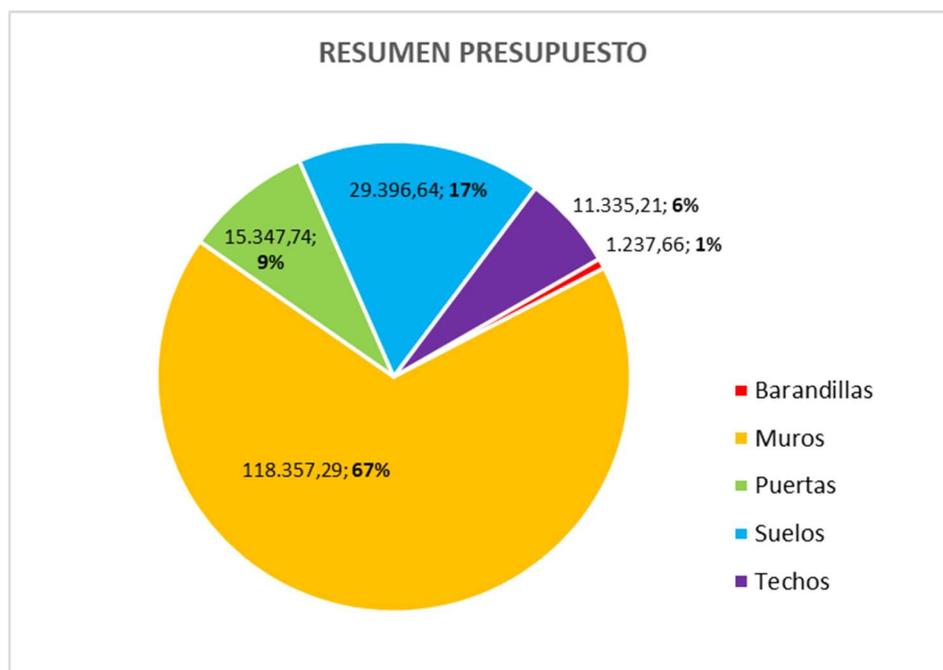
02.03	HORMIGÓN FC= 240KG/CM2 PARA MUROS	49,52	m3	176,50	8.741,11
02.05	MAMPOSTERÍA CON BLOQUE PRENSADO ALIVIANADO DE 40X20X15CM, E= 2.5CM	23,59	m2	14,73	347,44
02.06	MAMPOSTERÍA CON BLOQUE PRENSADO ALIVIANADO DE 40X20X20CM, E= 3.0CM	126,70	m2	16,28	2.062,59
02.07	MAMPOSTERÍA DE CARTÓN-YESO TIPO BOARD DOBLE CARA 1/2" GYPSUM	624,29	m2	28,55	17.822,55
02.08	CERÁMICA EN PARED 30X30CM	390,13	m2	21,60	8.427,76
02.09	BARREDERA DE PORCELANATO H= 15CM	334,26	m	10,64	3.556,81
02.10	BARREDERA DE VINIL CONDUCTIVO H= 15CM	64,04	m	11,04	707,27
02.11	ENLUCIDO VERTICAL INTERIOR, PALETEADO FINO, MORTERO 1:4, E=1.50 / 2.50CM	302,78	m2	5,98	1.810,09
02.12	EMPASTE VERTICAL MUROS INTERIORES	1.551,25	m2	3,65	5.665,64
02.13	PINTURA ANTIBACTERIAL INTERIOR SATINADA TIPO HOSPITALARIO (3 MANOS)	1.551,25	m2	5,40	8.374,93
02.14	MURO CORTINA / MAMPARA DE ALUMINIO SERIE 200 ANODIZADO Y VIDRIO TEMPLADO 10MM	195,13	m2	197,21	38.480,31
03.01	PUERTA SÓLIDA 1H ABATIBLE - MDP TERMOLAMINADA 070 CM (INC: MARCO METÁLICO, CERRADURA)	12,00	u	304,35	3.652,17
03.02	PUERTA SÓLIDA 1H ABATIBLE - MDP TERMOLAMINADA 080 CM (INC: MARCO METÁLICO, CERRADURA)	7,00	u	321,04	2.247,25
03.03	PUERTA SÓLIDA 1H ABATIBLE - MDP TERMOLAMINADA 090 CM (INC: MARCO METÁLICO, CERRADURA)	15,00	u	337,72	5.065,84
03.04	PUERTA SÓLIDA 1H ABATIBLE - MDP TERMOLAMINADA 100 CM (INC: MARCO METÁLICO, CERRADURA)	2,00	u	351,91	703,81
03.05	PUERTA SÓLIDA 2H ABATIBLE - MDP TERMOLAMINADA 165 CM (INC: MARCO METÁLICO, CERRADURA)	1,00	u	492,48	492,48
03.06	PUERTA SÓLIDA 2H ABATIBLE - MDP TERMOLAMINADA 190 CM (INC: MARCO METÁLICO, CERRADURA)	1,00	u	534,20	534,20
03.07	PUERTA SÓLIDA 1H CORREDERA EN MURO - MDP TERMOLAMINADA 080CM (INC: MARCO, TAPAMARCO, CERRADURA)	2,00	u	292,22	584,44
03.08	PUERTA SÓLIDA 1H CORREDERA CON GUÍA - MDP TERMOLAMINADA 160CM (INC: MARCO, TAPAMARCO, CERRADURA)	2,00	u	416,98	833,97
03.09	PUERTA DE CRISTAL 1H ABATIBLE EN MURO CORTINA H= 210 CM (INC: CERRADURA, JALADERAS)	3,78	m2	163,17	616,79
03.10	PUERTA DE CRISTAL 2H ABATIBLE EN MURO CORTINA H= 210 CM (INC: CERRADURA, JALADERAS)	3,78	u	163,17	616,79
04.01	ENCOFRADO/DEENCOFRADO METÁLICO TIPO RENTECO ALQUILADO PARA LOSA CON PUNTAL 3-4M	18,54	m2	7,29	135,13
04.02	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2 PARA LOSA EN VARILLA CORRUGA 8-12MM	333,71	kg	1,80	601,41
04.03	HORMIGÓN PREMEZCLADO F'C=240 KG/CM2 (INC. BOMBA Y ADITIVO)	3,71	m3	121,40	450,13
04.04	ENCESPADO COLOCACIÓN DE CHAMBA EN ESPACIO PREPARADO	109,23	m2	5,12	558,77
04.05	MASILLADO Y ALISADO DE PISOS CON MORTERO 1:3	30,08	m2	7,95	239,27
04.06	IMPERMEABILIZACIÓN DE LOSA CON MEMBRANA LÍQUIDA Y LÁMINA DE REFUERZO, TERRAZA VERDE	109,23	m2	32,11	3.507,03
04.07	PORCELANATO RECTIFICADO ANTIDESLIZANTE EN PISO DE 60X60CM	589,30	m2	38,19	22.503,59

04.08	VINIL CONDUCTIVO PARA PISO, E=3MM	30,08	m2	46,58	1.401,32
05.01	CIELO RASO DE CARTÓN YESO TIPO BOARD COMÚN (GYPSUM 1/2", INC: EMPASTE Y PINTURA)	614,99	m2	14,27	8.778,64
05.02	CIELO RASO DE CARTÓN YESO TIPO HIDRÓFUGO (GYPSUM 1/2", INC: EMPASTE Y PINTURA)	22,22	m2	15,54	345,26
05.03	CIELO RASO DE PVC TIPO HOSPITALARIO (DUELA 5.7X0.20 M COLOR BLANCO)	111,41	m2	19,85	2.211,31
				<b>TOTAL</b>	<b>175.661,10</b>

Tabla 65: Resumen del Presupuesto por Partidas

<b>RESUMEN DEL PRESUPUESTO</b>				
<b>CLÍNICA DE ESPECIALIDADES</b>				
<b>CAPÍTULO</b>	<b>RESUMEN</b>		<b>IMPORTE</b>	<b>%</b>
2000126	Barandillas	.....	1.237,66	0,70%
2000011	Muros	.....	118.357,29	67,37%
2000023	Puertas	.....	15.347,74	8,74%
2000032	Suelos	.....	29.396,64	16,73%
2000038	Techos	.....	11.335,21	6,45%
<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL</b>			<b>175.674,54</b>	

Figura 44: Resumen del Presupuesto por Partidas en Porcentajes



### 6.17.3 Simulación Constructiva

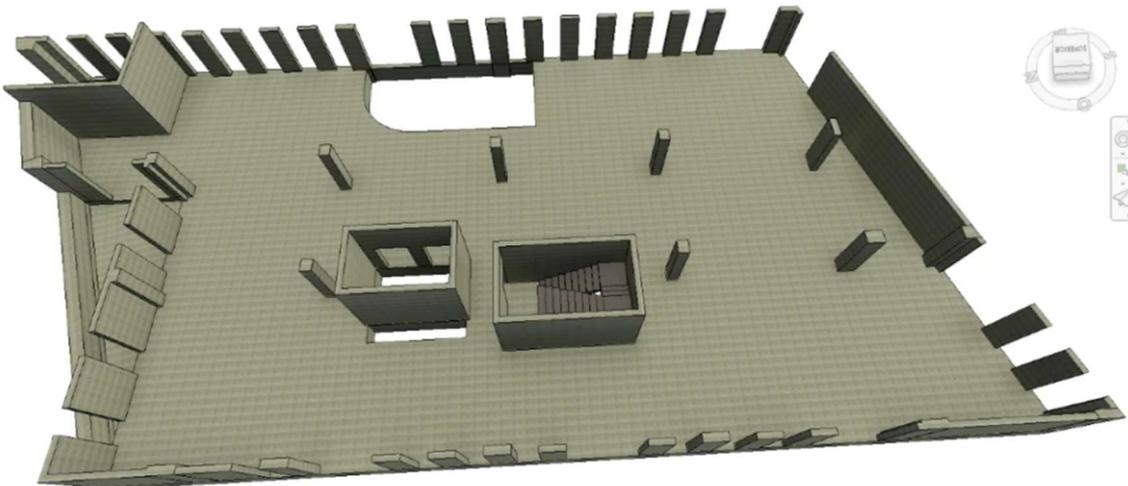
A partir del cronograma de obra establecido (Diagrama de Gantt); y, a través de la herramienta de visualización y modelación de construcción

programas: Presto y Navisworks, se genera una simulación constructiva del proyecto.

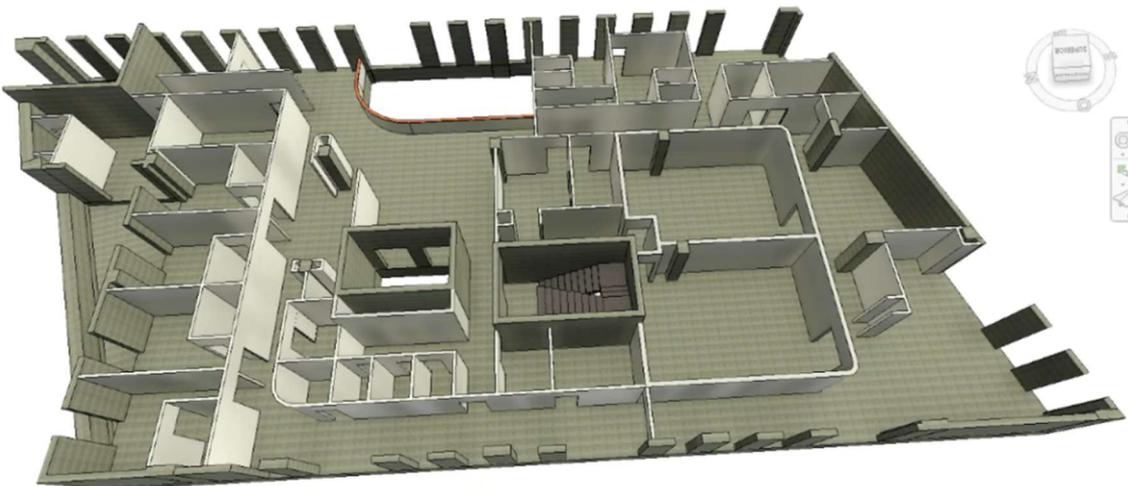
Esta herramienta además de permitirnos planificar y representar el proceso constructivo, nos ayuda a la tomar decisiones y aplicar de correctivos con antelación a los problemas que puedan presentarse en la fase de ejecución de la Clínica de Especialidades.

Link para observar la simulación constructiva: <https://youtu.be/ef65mUluhUQ>

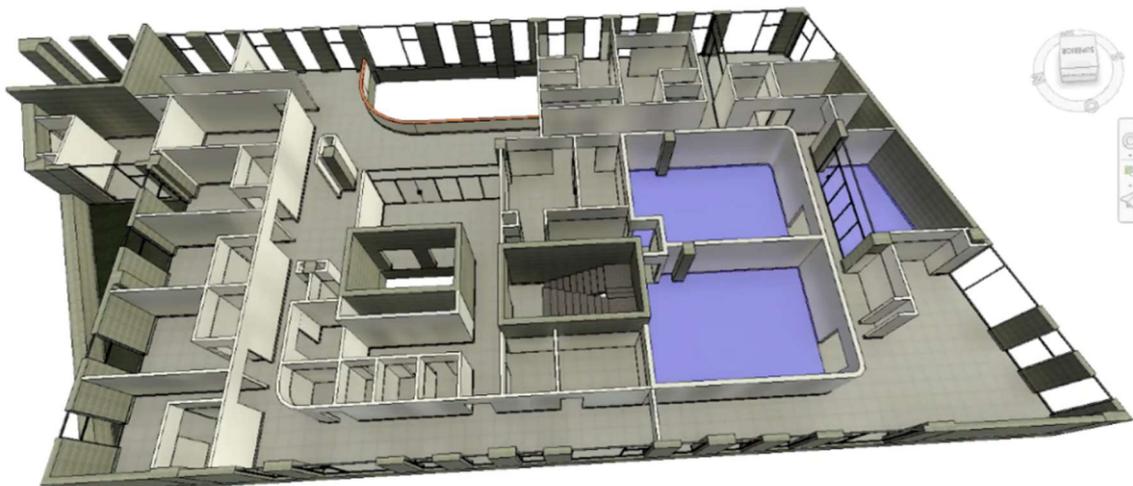
*Figura 45: Muros de Hormigón Armado*



*Figura 46: Muros de Bloque de 15cm y 20cm y Paneles de Yeso 12cm*



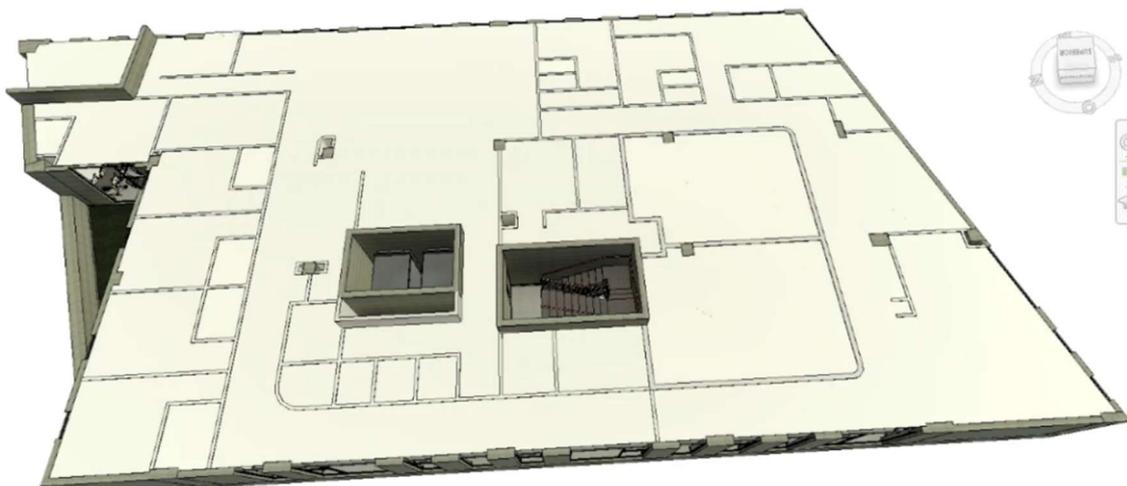
*Figura 47: Muros Cortina, Acabados de Pisos y Paredes y Barandilla 12cm*



*Figura 48: Muebles de Obra, Mobiliario, Aparatos Sanitarios, Barandillas*



Figura 49: Cielo Raso de Gypsum de 12,7mm y PVC de 8mm



## 6.18 Entregables

El Líder Arquitectura es responsable de entregar a la coordinación BIM toda la información y documentación generada durante el desarrollo del proyecto, por lo que a continuación se detallan los productos a entregarse:

Tabla 66: Detalle de los Entregables del Proyecto

Entregable	Formato
- Modelo Arquitectónico	RVT
- Planos Profesionales: - Plantas Arquitectónicas - Elevaciones Arquitectónicas - Cortes Arquitectónicos - Detalles Arquitectónicos - Tablas de Cuantificación - Mediciones	PDF, Tamaño A1
- 4D Cronograma	PDF, Tamaño A4
- 5D Presupuesto	PDF, Tamaño A4
- Simulación Constructiva	MP4

La entrega de archivos, información y documentación a la coordinación BIM se efectúa a través de la Plataforma ACC como se puede mostrar en el siguiente grafico:

Figura 50: Entrega de Modelo 3D en la Plataforma ACC

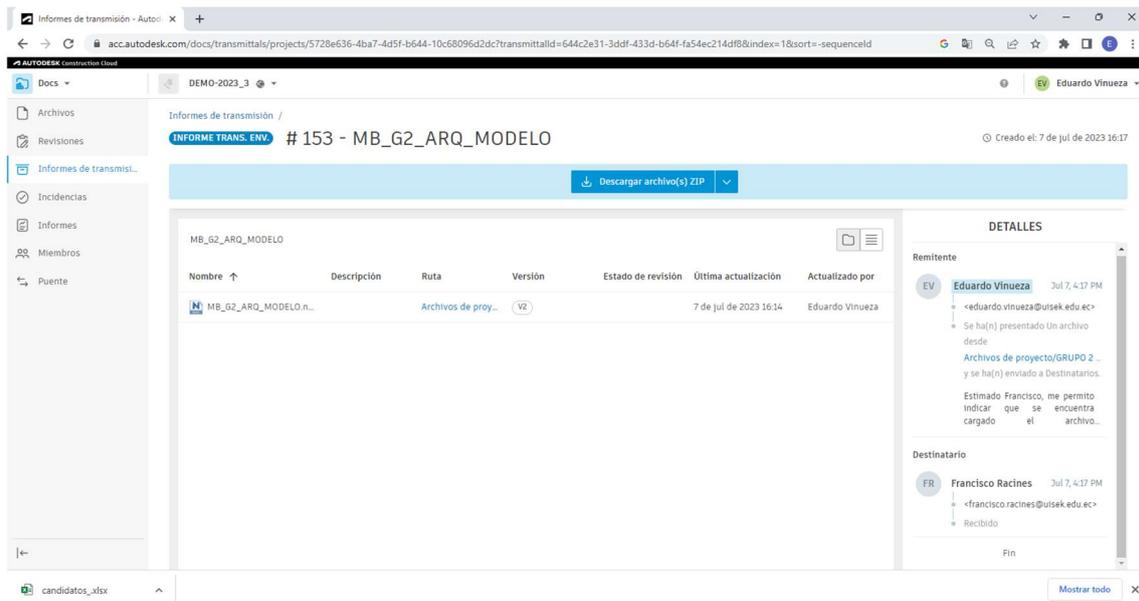


Tabla 67: Archivos / Documentos Entregados

No	Carpeta	Contenido (Documento / Archivo)	Formato
00.	Recursos	FLUJOS DE TRABAJO	
		MB_G2_ARQ_FLUJO.DEPURACIÓN.PLANOS.DWG	.png
		MB_G2_ARQ_FLUJO.LÍDER.ARQUITECTURA	.png
		MB_G2_ARQ_FLUJO.COORDINACIÓN.DISCIPLINAR	.png
		MB_G2_ARQ_FLUJO.COORDINACIÓN.MULTIDISCIPLINAR	.png
		MB_G2_ARQ.FLUJO.PROGRAMACIÓN.OBRA	.png
		MB_G2_PROTOCOLO.MODELADO	.xls
	MB_G2_PLANTILLA.ARQUITECTÓNICA	.rte	
01.	Modelo Arquitectónico	MB_G2_ARQ_MODELADO	.rvt
02.	Coordinación Disciplinar	AUDITORIA DISCIPLINAR	
		PROCESO DE COLISIONES Y RESOLUCIONES	
		MUROS vs SUELOS	
		MB_G2_ARQ_INFORME.CONFLICTOS.(Muros vs Suelos)	.pdf
		Arq. Muro vs Suelo	.html
		MUROS vs PUERTAS	.pdf
MB_G2_ARQ_INFORME.CONFLICTOS.(Muros vs Puertas)	.html		

			Arq. Muros vs Puertas	.html
			MUROS vs TECHOS	
			MB_G2_ARQ_INFORME.CONFLICTOS.(Muros vs Techos)	.pdf
			MB_G2_ARQ_INFORME.RESOLUCIÓN.(Muros vs Techos)	.pdf
			Arq. Muros vs Techos	.html
			Arq. Muros vs Techos RESUELTO	.html
			MUROS VS MUROS	
			MB_G2_ARQ_INFORME.COLISIONES.(Muros vs Muros)	.pdf
			MB_G2_ARQ_INFORME.RESOLUCIÓN (Muros vs Muris)	.pdf
			Arq. vs Arq. (Muros)	.html
			Arq. vs Arq. (Muros) RESUELTO	.html
			MB_G2_ARQ_MODELO	.nwc
			MB-G2-ARQ_ANEXO.RESOLUCIÓN.COLISIONES	.pdf
			MB_G2_ARQ_MODELO	.nwf
			CHECK MODEL BEST PRACTICES FOR REVIT	
			MB_G2_ARQ_INFORME.MODEL.CHECKER	.html
			MB_G2_ARQ_INFORME.MODEL.CHECKER	.docx
			MB_G2_ARQ_INFORME.MODEL.CHECKER	.pdf
			MB_G2_ARQ_INFORME.MODEL.CHECKER	.xls
03.	Coordinación Multidisciplinar		MB_G2_ARQ_MODELO.V1	.nwc
			MB_G2_EST_MODELO	.nwc
			MB_G2_MEC_MODELO	.nwc
			MB_G2_MODELO_FEDERADO	.nwf
			MB_G2_COR_INFORME.COLISIONES (Estructura vs Arquitectura Revisados n+4.00)	.html
			MB_G2_COR_INFORME.COLISIONES (Estructura vs Arquitectura Revisados n+4.00)	.pdf
			MB-G2-ARQ_ANEXO.RESOLUCIÓN.COLISIONES	.pdf
			MB_G2_ARQ_MODELO.V2	.nwc
04.	Cronograma de Ejecución de Obra		MB_G2_ARQ_CRONOGRAMA_NIVEL.+4,00	.presto
			MB_G2_ARQ_DIAGRAMA.DE.GANTT	.pdf

		MB_G2_ARQ_CRONOGRAMA.FECHAS	.xls
05.	Presupuesto de Ejecución de Obra	MB_G2_ARQ_PRECIOS.UNITARIOS.2023	.presto
		MB_G2_ARQ_PRESUPUESTO.NIVEL.+4,00	.presto
		MB_G2_ARQ_PRESUPUESTO.NIVEL.+4,00	.pdf
		MB_G2_ARQ_RESUMEN.PRESUPUESTO	.pdf
		MB_G2_ARQ_PRESUPUESTO.Y.MEDICIONES	.pdf
		MB_G2_ARQ_PRECIOS.UNITARIOS	.pdf
		MB_G2_ARQ_CUADRO.DE.PRECIOS	.pdf
		MB_G2_ARQ_CONCEPTOS.(PRESUPUESTO)	.pdf
		MB_G2_ARQ_PRESUPUESTO.NIVEL.+4,00	.xls
		MB_G2_ARQ_RESUMEN.PRESUPUESTO	.xls
		06.	Simulación de Ejecución de Obra
		MB_G2_ARQ_ANIMACIÓN.SIMULACIÓN.CONSTRUCTIVA	.gif
07.	Planos		
08.	Tesis	MB_G2_ARQ_TESIS	.docx
		MB_G2_ARQ_TESIS	.pdf

### 6.19 Conclusiones del rol

La Implementación de la Metodología BIM durante este ejercicio académico ha permitido analizar a detalle la disciplina de Arquitectura y demostrar que es un proceso innovador y efectivo que, en base en la información generada y obtenida desde el modelo arquitectónico tridimensional y su interrelación multidisciplinar, nos permite tener una visión amplia, razonable y real a la hora de tomar decisiones. Entre las conclusiones más significativas se establecen las siguientes:

- El instaurar Flujos de Trabajo para los procesos a cargo del Líder de Arquitectura, permitió que los productos requeridos en el proyecto se desarrollen de manera apropiada y de forma colaborativa, ágil, y fluida.

- Mediante la utilización de la plataforma de Entorno Común de Datos, Autodesk Construction Cloud, se administró de la información, documentación y datos comunes de un modo organizado; además se supervisó y aprobó el progreso del modelo arquitectónico en tiempo real, lo que minimizó errores y rectificaciones de los trabajos ejecutados.
- La aplicación del Protocolo de Modelado, Manual de Estilos y Plantilla Arquitectónica, del inicio hasta al fin del procedimiento BIM, evitó el que el modelo de arquitectura contenga errores y admitió el ingreso de información concisa y precisa del proyecto.
- El uso del programa de modelación Revit, facilitó la generación de un modelo arquitectónico completo, con niveles, rejillas y elementos constructivos tales como: muros, curtain walls, puertas, cielo falso, barandillas y acabados de pisos y paredes; a los que se les cargó toda la información necesaria para la realización de las fases 4D y 5D del proyecto. (Cronograma y Costo de ejecución de obra)
- A través de la herramienta de visualización 3D Navisworks, se efectuó auditorías y coordinaciones disciplinar y multidisciplinar, lo que permitió que en las fases de diseño y planificación se pueda corregir errores de diseño y colisiones e interferencias de los elementos constitutivos, de acuerdo a un orden de prelación pre establecido.
- Con el programa de control y gestión de costes PRESTO, se efectuó el Cronograma y el Presupuesto de ejecución de Obra del Nivel +4.00, Área de Quirófanos, alcanzando los siguientes resultados:
  - o Cronograma de Ejecución de Obra: 60 días termino, esto representa una optimización de tiempo de ejecución de: 5 días termino, un 8.3% menor respecto al cronograma de obra inicial.

- Presupuesto de Ejecución de Obra: \$ USD 175.674,54, esto representa una optimización del coste de: \$ USD 5.094,56, un 2.9% menor respecto al presupuesto de obra inicial.

## **Capítulo 7: Conclusiones y Recomendaciones**

### **7.1 Conclusiones**

La implementación de la metodología BIM en el proyecto “*Clinica de Especialidades*”, le permitió al equipo MEDICAL BIM y a sus diferentes profesionales trabajar de una manera colaborativa, compartiendo información precisa y actualizada en tiempo real a través un entorno virtual y común de datos.

Gracias a las auditorías multidisciplinares realizadas a los modelos tridimensionales en las fases de diseño y planificación, se pudo detectar de manera temprana conflictos y colisiones entre las distintas disciplinas intervinientes en el proyecto; lo que pudo evitar que, en la fase de construcción se tenga que corregir o solventar dichas complicaciones,

Gracias a la identificación y corrección de colisiones y a la programación de obra desarrollada en la fase de diseño y planificación se demostró que durante la ejecución de la obra gris del proyecto se pudo haber ahorrado un 33.33% de tiempo en el cronograma (3 meses), un valor de \$ USD 144,450.00 en el coste de la estructura y un valor de \$ USD 8.783,73 en la arquitectura del Nivel +4.000 (área de quirófanos); lo que nos encaminaría a un retorno de inversión más rápido, una exposición temprana de la marca en el mercado antes que nuestros competidores y una generación ingresos antes de lo previsto.

Finalmente, se ha podido corroborar que el BIM además de todo lo expresado anteriormente, nos permite una adecuada gestión de los recursos humanos, financieros, materiales y tecnológicos necesarios para la construcción, evitando imprevistos, escasez y retrasos durante la ejecución de un proyecto.

### **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.

## Referencias Bibliográficas

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

**Anexos**

- A. Protocolo de Modelado - Manual de Estilos
- B. Reporte de Incidencias ARQ - ARQ
- C. Reporte de Incidencias ARQ - EST
- D. Planos planta PDF
- E. Planos elevaciones PDF
- F. Planos áreas PDF
- G. Planos detalle 3D PDF
- H. Análisis de Precios Unitarios
- I. Mediciones y Costos