



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos,
Canales y Puertos

Plan de ejecución Building Information Modelling (BIM) y
modelización de un edificio en la ciudad de La Paz
(Bolivia).

Trabajo Fin de Máster

Máster Universitario en Planificación y Gestión en Ingeniería Civil

AUTOR/A: Ottichs Patiño, Yecid Byron

Tutor/a: Domingo Cabo, Alberto

CURSO ACADÉMICO: 2023/2024



UNIVERSIDAD
POLITECNICA
DE VALENCIA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos

Plan de ejecución Building Information Modelling (BIM) y modelización de
un edificio en la ciudad de La Paz (Bolivia).

Trabajo Fin de Máster

Máster Universitario en Planificación y Gestión en Ingeniería Civil

AUTOR: Ottichs Patiño, Yecid Byron

Tutor: Domingo Cabo, Alberto

CURSO ACADÉMICO: 2023/2024



TRABAJO DE FIN DE MÁSTER

Plan de ejecución Building Information Modelling (BIM) y
modelización de un edificio en la ciudad de La Paz (Bolivia).

Presentado por:

Ottichs Patiño, Yecid Byron

Para la obtención del

Máster Universitario en Planificación y Gestión en Ingeniería Civil

Autor: Ottichs Patiño, Yecid Byron

Tutor: Domingo Cabo, Alberto

Curso: 2023/2024

Valencia, España



AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por guiarme y darme fortaleza para alcanzar este logro; a mi familia, por su apoyo incondicional y amor; a mi novia, por su compañía y aliento constante; a mis familiares que en paz descansan, quienes cuyo legado llevo siempre en mi corazón y a todos aquellos que han contribuido a que este logro sea posible. Finalmente, agradezco a mi tutor por su comprensión y entregar toda su experiencia y conocimiento para la elaboración de este trabajo.

RESUMEN

El enfoque innovador de la metodología BIM (Building Information Modelling) en el rubro de la construcción utiliza modelos 3D que integran y gestionan la información durante el ciclo de vida de un proyecto, desde la fase de planificación hasta la construcción y operación. La metodología BIM facilita la colaboración entre todas las partes interesadas o actores que participan del proyecto, además de mejorar la exactitud en la planificación, logra reducir errores que generan retrabajos y costos, además de facilitar la toma de decisiones al contar con más información.

Actualmente en Bolivia, la implementación de la metodología BIM aún se encuentra en sus primeras etapas. Si bien son pocas las empresas y profesionales que están comenzando a capacitarse e implementar la metodología BIM en proyectos de gran magnitud, su uso no es generalizado. La resistencia al cambio y falta de capacitación por personal certificado son algunos de los desafíos, sin embargo, existe un interés creciente por parte de instituciones académicas, profesionales y estudiantes en formar capacidades en BIM.

El objetivo del presente trabajo de fin de máster consiste en el modelado 3D, 4D y 5D de un edificio que será construido por la empresa constructora ECI S.R.L. en la ciudad de La Paz, Bolivia, además de elaborar un Plan de Ejecución BIM (PEB) que establezca normativas internas en la empresa para mejorar los procesos de planificación, coordinación y gestión del proyecto.

A partir del modelado 3D en el software Revit de Autodesk se desarrollan los modelos 4D y 5D haciendo uso de otros softwares como ser Ms Project con el cual se generó el cronograma de obra del proyecto, Navisworks para la simulación 4D y Excel para complementar los costos en el modelo 5D. Los resultados obtenidos son muy interesantes para poder aplicarlos en los proyectos a futuro de la empresa y el país.

ABSTRACT

The innovative approach of the BIM (Building Information Modelling) methodology in the construction sector utilises 3D models that integrate and manage information throughout the life cycle of a project, from the planning phase to construction and operation. The BIM methodology facilitates collaboration among all stakeholders involved in the project, improves accuracy in planning, reduces errors that lead to rework and costs, and supports decision-making by providing more comprehensive information.

Currently, in Bolivia, the implementation of the BIM methodology is still in its early stages. Although few companies and professionals are beginning to train and implement BIM in large-scale projects, its use is not widespread. Resistance to change and a lack of training by certified personnel are some of the challenges. However, there is a growing interest among academic institutions, professionals, and students to develop BIM capabilities.

The aim of this master's thesis is to develop 3D, 4D, and 5D models of a building to be constructed by the construction company ECI S.R.L. in the city of La Paz, Bolivia, as well as to create a BIM Execution Plan (BEP) to establish internal standards within the company to improve the planning, coordination, and management processes of the project.

Starting with the 3D modelling in Autodesk Revit, 4D and 5D models were developed using other software such as Ms Project, which generated the project's construction schedule, Navisworks for 4D simulation, and Excel to complement the costs in the 5D model. The results obtained are very promising for future projects within the company and the country.

RESUM

L'enfocament innovador de la metodologia BIM (Building Information Modelling) en el sector de la construcció utilitza models 3D que integren i gestionen la informació durant el cicle de vida d'un projecte, des de la fase de planificació fins a la construcció i operació. La metodologia BIM facilita la col·laboració entre totes les parts interessades o actors que participen en el projecte, a més de millorar l'exactitud en la planificació, reduir errors que generen rehaceres i costos, i facilitar la presa de decisions en disposar de més informació.

Actualment, a Bolívia, la implementació de la metodologia BIM encara es troba en les seues primeres etapes. Tot i que són poques les empreses i professionals que estan començant a formar-se i implementar la metodologia BIM en projectes de gran magnitud, el seu ús no és generalitzat. La resistència al canvi i la manca de formació per part de personal certificat són alguns dels desafiaments; no obstant això, hi ha un interès creixent per part d'institucions acadèmiques, professionals i estudiants per desenvolupar capacitats en BIM.

L'objectiu d'aquest treball de fi de màster consisteix en el modelatge 3D, 4D i 5D d'un edifici que serà construït per l'empresa constructora ECI S.R.L. a la ciutat de La Paz, Bolívia, a més d'elaborar un Pla d'Execució BIM (PEB) que establisca normatives internes en l'empresa per a millorar els processos de planificació, coordinació i gestió del projecte.

A partir del modelatge 3D en el programari Revit d'Autodesk es desenvolupen els models 4D i 5D fent ús d'altres programes com Ms Project, amb el qual es va generar el cronograma d'obra del projecte, Navisworks per a la simulació 4D i Excel per a complementar els costos en el model 5D. Els resultats obtinguts són molt interessants per a poder aplicar-los en els projectes futurs de l'empresa i el país.

RESUMEN EJECUTIVO

Título: Plan de ejecución Building Information Modelling (BIM) y modelización de un edificio en la ciudad de La Paz (Bolivia).

Autor: Yecid Byron Ottichs Patiño.

1. Planteamiento del problema

En Bolivia, la implementación de un Plan de Ejecución BIM (PEB) en las empresas constructoras es poco conocida, lo cual genera problemas que van a afectar desde la colaboración, comunicación, eficiencia y calidad del proyecto. El uso de la metodología BIM elaborando un Plan de Ejecución BIM son limitadas en el país debido a la falta de innovación y los costos que implican aplicarlos. Esta falta implementación tecnológica provoca retrasos por la aparición de errores constructivos, lo cual se refleja en el incremento de costos del proyecto.

Objetivo General:

Modelar un edificio de 16 pisos y 5 sótanos el cual establezca normativas internas para mejorar los procesos de planificación, coordinación y gestión elaborando un Plan de Ejecución BIM (PEB) utilizando softwares BIM.

2. Objetivos

Objetivos Específicos:

- Elaborar un Plan de Ejecución BIM (PEB) para aplicar la metodología BIM al proyecto.
- Modelar el 3D del proyecto para obtener una visión más realista.
- Modelar el 4D del proyecto para transmitir la información del cronograma, programación y duración.
- Modelar el 5D del proyecto para estimar costos.

3. Estructura organizativa.

Capítulo 1. Introducción.

En este capítulo se detallan el planteamiento del problema, alcances, objetivos y justificación del proyecto

Capítulo 2. Marco Teórico.

En este capítulo se abarca los fundamentos teóricos de lo que es la metodología BIM como ser los conceptos básicos, dimensiones y

softwares BIM, además de ventajas y normas. De igual manera contempla el fundamento teórico del plan de ejecución BIM, donde se explica el contenido clave del PEB y los beneficios que aporta.

Capítulo 3. Desarrollo del Plan de Ejecución BIM - PEB.

En este capítulo se desarrolla el PEB que está conformado por: introducción, información del proyecto, usos BIM, organización del modelo, verificación de entregables, recursos del PEB, estrategias, procesos BIM.

Capítulo 4. Modelo 3D.

En este capítulo se detalla todos los parámetros que se tomaron en cuenta para el modelado del proyecto como ser: niveles de proyecto, ejes y rejillas, modelado de Revit estructura y arquitectura, cada una con sus especialidades como ser losas, vigas, columnas, muros, suelos, barandillas, puertas y ventanas.

Capítulo 5. Modelo 4D (tiempo).

La planificación de construcción se genera elaborando un cronograma de obra con MS Project, con el cronograma se realiza la simulación con el software Navisworks de Autodesk.

Capítulo 6. Modelo 5D (costos).

Con las tablas de cantidades obtenidas en el software Revit, se estima los costos del proyecto, utilizando precios unitarios establecidos por el Gobierno Autónomo Municipal de La Paz – Bolivia.

Capítulo 7. Conclusiones.

Se describen las conclusiones obtenidas a partir de los objetivos planteados.

Capítulo 8. Referencias.

Se describe la bibliografía utilizada en el presente TFM.

4. Método

Se inicio con una revisión del tema y posteriormente recopilando información procedente de normas, artículos, organizaciones, casos de estudio y otras fuentes que hayan tenido relación con la implementación de la metodología BIM y la elaboración de un Plan de Ejecución BIM. Con toda la información obtenida se continuo con la segunda etapa que fue la elaboración del PEB, además de obtener información por parte de la empresa constructora ECI S.R.L., al momento de elaborar el PEB se continuo con el modelado 3D como tercera etapa, la cual se realizó siguiendo el orden de los procesos constructivos, el cual ayudo a mejorar el PEB en relación con la nomenclatura de los archivos. En la cuarta etapa se realizó el modelado 4D donde se elaboró un cronograma de obra con las actividades modeladas a detalle. Finalmente, con las cantidades que genera el software Revit se procedió a elaborar el presupuesto tentativo del proyecto, utilizando precios unitarios de Bolivia y posteriormente convirtiendo al tipo de cambio del euro.

5. Cumplimiento de objetivos

Se logro cumplir los objetivos del proyecto, elaborando un plan de ejecución BIM que establece normas internas dentro de la empresa para ayudar a mejorar los procesos de planificación y coordinación. De igual manera se realizó el modelado 3D del edificio de 5 sótanos y 15 pisos. De igual manera se realizó el modelo 4D elaborando un cronograma de obra y simulando el tiempo en el software Navisworks. Finalmente se elaboró el presupuesto a partir de las tablas de cantidades que genera el software Revit.

6. Contribuciones

El presente TFM aporta a la empresa constructora ECI S.R.L. el Plan de Ejecución BIM el cual servirá de base para futuros proyectos. De igual manera el contar con un modelo 3D ayuda a visualizar el proyecto y mejorar la coordinación entre los stakeholders, el modelo 4D ayudara en la programación para evitar interferencias en los frentes de trabajo, además de contar con un render de un proceso constructivo ayudara a la publicidad de marketing y finalmente el modelo 5D facilitara la toma de decisiones para prever riesgos en el área financiera.

Por todo lo mencionado, el presente TFM aportara a la empresa volviéndola más competitiva e innovando con metodologías que no son muy conocidas en el país.

7. Recomendaciones

Se recomienda implementar la metodología BIM desde la fase de planificación de un proyecto, debido a la eficiencia y colaboración que puede generar, evitando errores y cambios por sobrecosto. De igual manera el contar con un Plan de Ejecución BIM mejora la comunicación y la gestión de documentos en la empresa, volviéndola más competitiva en el mercado de la construcción.

8. Limitaciones

Al realizar el proyecto en una etapa de planificación y diseño, una de las limitaciones fue el constante cambio de diseños en los planos. De igual manera al ser una metodología relativamente nueva y poco utilizada en el país, se requiere personal capacitado que pueda desarrollar los modelos y la planificación de manera correcta.

INDICE

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1.1 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	2
1.2 ALCANCES.....	2
1.3 OBJETIVOS.....	2
1.3.1 OBJETIVO GENERAL.....	2
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
1.4 JUSTIFICACIÓN.....	3
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO.....	4
2.1 METODOLOGÍA BIM.....	4
2.1.1 ANTECEDENTES.....	4
2.1.2 CONCEPTOS BÁSICOS BIM.....	6
2.1.3 DIMENSIONES BIM.....	7
2.1.4 SOFTWARES BIM.....	8
2.1.5 VENTAJAS DE UTILIZAR BIM.....	10
2.1.6 AGENTES Y RESPONSABILIDADES BIM.....	11
2.1.7 NORMAS BIM.....	12
2.1.8 TRABAJO COLABORATIVO.....	13
2.2 PLAN DE EJECUCIÓN BIM (PEB).....	14
2.2.1 CONTENIDO CLAVE DEL PEB.....	15
2.2.2 BENEFICIOS DEL PEB.....	15
CAPÍTULO 3. DESARROLLO DEL PLAN DE EJECUCIÓN BIM – PEB.....	16
3.1 INTRODUCCIÓN.....	17
3.1.1 OBJETIVO.....	17
3.1.2 ALCANCE.....	17
3.1.3 CONTROL DE REVISIÓN.....	18



3.2	INFORMACIÓN DEL PROYECTO.....	19
3.2.1	DATOS DE IDENTIFICACIÓN.	19
3.2.2	HITOS DEL PROYECTO.	22
3.2.3	OBJETIVOS BIM DEL CLIENTE.....	23
3.2.4	REQUERIMIENTOS BIM DEL CLIENTE.	24
3.2.5	DOCUMENTOS DE REFERENCIA DEL PROYECTO.	24
3.2.6	ESTÁNDARES.	25
3.3	USOS BIM.....	26
3.3.1	USOS BIM PREVISTOS Y NO PREVISTOS.	28
3.4	ENTREGABLES Y NIVEL DE INFORMACIÓN NECESARIA.....	30
3.4.1	LISTADO DE ENTREGABLES.	30
3.4.2	NIVEL DE DETALLE (LEVEL OF DEVELOPMENT – LOD).	31
3.5	ORGANIZACIÓN DEL MODELO.....	34
3.5.1	ESTRUCTURA DE DATOS.....	34
3.5.2	CLASIFICACIÓN DE ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS.....	35
3.5.3	NOMENCLATURA DE ARCHIVOS.....	36
3.5.3.1	Nomenclatura de proyectos.....	36
3.5.3.2	Nomenclatura de carpetas.....	37
3.5.3.3	Nomenclatura de archivos.....	37
3.5.3.4	Nomenclatura para familias cargables y de sistemas.	41
3.5.4	CÓDIGOS Y COLORES POR DISCIPLINA Y/O SISTEMA.....	45
3.5.5	SISTEMA DE COORDENADAS, UNIDADES Y TOLERANCIAS.	45
3.5.6	NIVELES Y EJES DE REFERENCIA.....	46
3.6	VERIFICACIÓN DE ENTREGABLES.....	46
3.6.1	CONTROL DE CALIDAD.....	47
3.7	RECURSOS DEL PEB.....	48
3.7.1	RECURSOS HUMANOS.....	48



3.7.2	RECURSOS MATERIALES.....	50
3.8	ESTRATEGIAS.....	51
3.8.1	ESTRATEGIA DE GESTIÓN DE DATOS, ESTRUCTURA DE CARPETAS.	51
3.8.2	ESTRATEGIAS DE COMUNICACIÓN.....	53
3.8.2.1	Estrategia de colaboración.....	53
3.8.2.2	Estrategia de reportes.....	55
3.8.2.3	Estrategia de reuniones.	55
3.9	PROCESOS BIM.....	56
3.9.1	PROCESOS DE GENERACIÓN DE MODELOS BIM Y DERIVADOS.	56
3.9.2	PROCESOS DE VERIFICACIÓN DE MODELOS BIM Y DERIVADOS.....	57
3.9.3	PROCESOS DE GESTIÓN DE CAMBIOS EN EL MODELO BIM.....	57
3.9.4	PROCESOS DE INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN BIM ENTRE AGENTES.	58
3.9.5	PROCESOS DE ENTREGA AL CLIENTE.....	58
3.9.6	PROCESOS PARA CADA UNO DE LOS USOS BIM ESPECIFICADOS.	59
CAPÍTULO 4. MODELO 3D.		60
4.1	NIVELES DEL PROYECTO.....	60
4.2	EJES Y REJILLAS DEL PROYECTO.	60
4.3	MODELADO DE CIMENTACIÓN.....	61
4.4	MODELADO DE COLUMNAS.....	63
4.5	MODELADO DE MUROS ESTRUCTURALES.	65
4.6	MODELADO DE VIGAS.	67
4.7	MODELADO DE LOSAS Y ÁBACOS.	70
4.8	MODELADO DE ESCALERAS.....	73
4.9	MODELADO DE MUROS ARQUITECTÓNICOS.....	75
4.10	MODELACIÓN DE PISOS ARQUITECTÓNICOS (SUELOS).....	77
4.11	MODELADO DE PUERTAS Y VENTANAS.....	80
4.12	MODELACIÓN DE BARANDILLAS.	82



CAPÍTULO 5. MODELO 4D (TIEMPO).....	86
5.1 PLANIFICACIÓN DE CONSTRUCCIÓN.....	86
5.2 SIMULACIÓN 4D.....	86
CAPÍTULO 6. MODELO 5D (COSTOS).....	91
6.1 COMPUTOS MÉTRICOS EN REVIT.....	91
6.2 PRESUPUESTO.....	93
CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES.....	94
CAPÍTULO 8. REFERENCIAS.....	95
ANEXOS.....	96

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Ciclo de vida de la Edificación.....	4
Ilustración 2. Nivel de madurez BIM.....	5
Ilustración 3. Dimensiones BIM.....	8
Ilustración 4. Ubicación del proyecto en la ciudad de La Paz – Bolivia.....	20
Ilustración 5. Usos BIM por fase.....	27
Ilustración 6. Mapa de proceso de verificación de entregables BIM.....	47
Ilustración 7. Estructura de carpetas.....	52
Ilustración 8. Estrategia de colaboración.....	54
Ilustración 9. Niveles del proyecto.....	60
Ilustración 10. Ejes y rejillas del proyecto.....	61
Ilustración 11. Modelado de losa Radier, vista en planta, sótano 5.....	62
Ilustración 12. Modelado de losa Radier, vista en frontal, sótano 5.....	62
Ilustración 13. Modelado de columnas, vigas y muros, vista en planta, sótano 5.....	63
Ilustración 14. Modelado de columnas, vista en planta, sótano 5.....	64
Ilustración 15. Modelado de columnas, vista sur.....	65
Ilustración 16. Modelado de muros estructurales, vista 3D.....	66
Ilustración 17. Modelado de vigas, vista en planta, piso 1.....	67
Ilustración 18. Modelado de vigas, vista en planta, piso 5 – 11.....	68
Ilustración 19. Modelado de vigas, vista en planta, piso 12 – 16.....	68
Ilustración 20. Modelado de vigas, vista 3D.....	69
Ilustración 21. Sección losa aligerada en 2 direcciones.....	70
Ilustración 22. Modelado de ábacos, vista en planta, piso 1.....	71
Ilustración 23. Modelado de losa aligerada en 2 direcciones, vista en planta, piso 1.....	71
Ilustración 24. Modelado 3D de losas y ábacos.....	72
Ilustración 25. Escaleras del sótano 5 al piso 15, vista en planta.....	73
Ilustración 26. Vista 3D de escaleras del sótano 5 al piso 15.....	74
Ilustración 27. Escaleras del sótano 1 al piso 2, vista en planta.....	74
Ilustración 28. Vista 3D de escaleras del sótano 1 al piso 2.....	75
Ilustración 29. Ejemplo de muros piso 4 al 8, vista en planta.....	76
Ilustración 30. Ejemplo de muros piso 3, vista 3D.....	76
Ilustración 31. Niveles de suelo respetando la losa, contrapiso y muros para evitar solapes en cálculos métricos. Vista en elevación.....	77
Ilustración 32. Muros en piso 1, vista en planta.....	78

Ilustración 33. Muros en piso 2, vista en planta.	78
Ilustración 34. Muros en piso 3, vista en planta.	79
Ilustración 35. Muros en piso 4 al 8, vista en planta.	79
Ilustración 36. Muros en piso 9 al 15, vista en planta.	80
Ilustración 37. Puertas y ventanas en ingreso, vista oeste.	81
Ilustración 38. Vista 3D de puertas y ventanas.	82
Ilustración 39. Modelado de barandillas, vista oeste en elevación.	83
Ilustración 40. Modelado de barandillas, vista norte en elevación.	84
Ilustración 41. Vista 3D de barandillas.	85
Ilustración 42. Visualización de la fase de construcción en sótanos.	87
Ilustración 43. Visualización de trabajos de tabique y hormigonado de pisos de planta tipo.	88
Ilustración 44. Visualización de actividades de obra fina.	89
Ilustración 45. Visualización de últimas actividades del proyecto.	90

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Softwares BIM.....	8
Tabla 2. Roles BIM.	11
Tabla 3. Normas BIM.....	12
Tabla 4. Control de revisiones.....	18
Tabla 5. Datos del equipo de proyecto.....	19
Tabla 6. Datos de identificación.	19
Tabla 7. Detalle de arquitectura.	21
Tabla 8. Detalle de estructuras.	21
Tabla 9. Hitos del proyecto.	22
Tabla 10. Documentación gráfica.....	24
Tabla 11. Documentación no gráfica.....	25
Tabla 12. Estándares del cliente.....	25
Tabla 13. Estándares de la industria.....	26
Tabla 14. Estándares de la empresa.....	26
Tabla 15. Objetivos y Usos BIM.....	28
Tabla 16. Usos BIM previstos y no previstos.....	28
Tabla 17. Entregables de usos BIM del proyecto.....	30
Tabla 18. Nivel de detalle (LOD).....	31
Tabla 19. Nivel de información gráfica elementos estructurales.....	33
Tabla 20. Nivel de detalle gráfico elementos arquitectónicos.....	33
Tabla 21. Estructura de datos.....	34
Tabla 22. Estructuración de los modelos BIM.....	34
Tabla 23. Clasificación de elementos constructivos.....	35
Tabla 24. Sistema de clasificación de carpetas.....	37
Tabla 25. Nomenclatura de archivos.....	37
Tabla 26. Nomenclatura para familias cargables y de sistema.....	41
Tabla 27. Códigos y colores por disciplina.....	45
Tabla 28. Sistema de coordenadas, unidades y tolerancia del proyecto.....	45
Tabla 29. Niveles de referencia.....	46
Tabla 30. Ejes de referencia.....	46
Tabla 31. Recursos Humanos del proyecto.....	48
Tabla 32. Detalle de Hardware.....	50
Tabla 33. Detalle de Software.....	50

Tabla 34. Estrategia de reportes.....	55
Tabla 35. Estrategia de reuniones.	55
Tabla 36. Procesos BIM del proyecto.....	56
Tabla 37. Procesos de generación de modelos.	56
Tabla 38. Procesos de verificación.	57
Tabla 39. Proceso de gestión de cambios de modelos BIM.	57
Tabla 40. Procesos de intercambio de información.....	58
Tabla 41. Proceso de entrega al cliente.....	58
Tabla 42. Proceso de usos BIM.	59
Tabla 43. Tablas de cantidades.....	91
Tabla 44. Tabla de cantidades de columnas de hormigón.....	92
Tabla 45. Tabla de cantidades de vigas de hormigón.....	92
Tabla 46. Tabla de cantidades de pisos de arquitectura.....	93
Tabla 47. Tabla de cantidades de muros de arquitectura.	93

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.

En los últimos años el rubro de la construcción ha comenzado a vivir un importante cambio en el desarrollo de proyectos de edificación e ingeniería civil, quedando atrás los procedimientos tradicionales para dar paso a nuevos procedimientos. Un factor importante fue el avance tecnológico, del cual ha emergido el modelado de información de construcción (Building Information Modelling – BIM) que es una herramienta clave para la planificación, diseño, construcción y gestión de los proyectos de edificaciones.

Si bien en los últimos años la implementación de la metodología BIM se ha iniciado en América Latina, la mayoría de las empresas bolivianas tiene menos de cuatro años de experiencia en su uso, lo que indica un nivel de madurez de la transición de 0 a 1. En la actualidad en Bolivia BIM se aplica principalmente en las primeras etapas, la utilización durante las etapas de construcción es más baja.

El presente trabajo final de máster se enfoca en el avance tecnológico, explorando el Plan de Ejecución BIM – PEB y su aplicación en la modelización de un edificio que se construirá en la ciudad de La Paz – Bolivia. De igual manera se espera que el PEB del proyecto sirva de base para futuros proyectos de la empresa constructora.

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

La falta de un Plan de Ejecución BIM – PEB en un proyecto de construcción puede generar problemas afectando la colaboración, eficiencia y calidad del proyecto.

Un dato importante es tener conocimiento que el rubro de la construcción es uno de los más importantes debido a que representa aproximadamente un 10% del producto interno bruto (PIB) a nivel mundial. De igual manera, a nivel mundial emplea casi un 7% de la fuerza de trabajo o laboral que es la capacidad mental y/o física para realizar el trabajo necesario en las organizaciones, esto posiciona al rubro de la construcción por encima de otras industrias como la agricultura y minería. Sin embargo, es uno de los rubros que enfrenta más problemas como ser el bajo nivel de investigación y procesos informales, falta de estandarización, deficiente transferencia de conocimiento. Todo lo mencionado genera pérdida de información y problemas durante la ejecución del proyecto como ser: retrasos, cambios en el diseño, comunicación ineficiente, problemas logísticos que dan como resultado al incumplimiento del cronograma de obra.

Actualmente, la implementación de BIM y la ejecución de un plan de ejecución BIM adecuado de modelado de proyectos de construcción se han convertido en elementos fundamentales para mejorar la eficiencia, colaboración y calidad en el sector. Sin embargo, se identifican diversos desafíos y carencias en la implementación de la metodología BIM los cuales inciden directamente en el éxito y la optimización de recursos de los proyectos.

En Bolivia la construcción y gestión de obras de edificios se enfrenta a diferentes tipos de desafíos, algunos de estos son la falta de integración de datos, coordinación ineficiente entre los equipos de diseño y construcción, por último, la falta de consideración de aspectos sostenibles en el ciclo de vida de las edificaciones. Estos problemas han generado a lo largo de los años retrasos, falta de optimización de recursos, y costos adicionales, lo que influye negativamente a la calidad del proyecto y el desarrollo del país.

1.1.1 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.

Partiendo del planteamiento del problema es que se formula la siguiente pregunta. ¿Por qué es importante elaborar un Plan de Ejecución BIM para implementar la metodología BIM en modelización de edificios?

1.2 ALCANCES.

El enfoque del presente trabajo es elaborar el Plan de Ejecución BIM - PEB y modelos 3D, 4D y 5D para las etapas de planificación y diseño.

Fuera del alcance del proyecto se encuentra el modelado de mobiliarios, armaduras de acero para el hormigón armado, modelado de instalaciones eléctricas, sanitarias y de ventilación. Se respetarán los planos de diseño aprobados por las entidades competentes del país, por lo tanto, no se realizarán recálculos ni dimensionamientos estructurales e hidrosanitarios. De igual manera queda fuera de los alcances el modelado de planos As Built. Por último, el nivel de detalle (Level of Detail - LOD) en los elementos será de 300.

1.3 OBJETIVOS.

1.3.1 OBJETIVO GENERAL.

Modelar un edificio de 16 pisos y 5 sótanos el cual establezca normativas internas para mejorar los procesos de planificación, coordinación y gestión elaborando un Plan de Ejecución BIM (PEB) utilizando softwares BIM.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Elaborar un Plan de Ejecución BIM (PEB) para aplicar la metodología BIM al proyecto.
- Modelar el 3D del proyecto para obtener una visión más realista.
- Modelar el 4D del proyecto para transmitir la información del cronograma, programación y duración.
- Modelar el 5D del proyecto para estimar costos.

1.4 JUSTIFICACIÓN.

La metodología BIM ha confirmado ser fundamental para mejorar la colaboración, calidad y eficiencia en el rubro de la construcción, ya que no solo permite crear modelos 3D, también permite integrar datos en todas las fases del proyecto: planificación, diseño, construcción y gestión. Al integrar los datos de todas las fases del proyecto reduce costos, así como los errores identificados y facilita la toma de decisiones.

El Plan de Ejecución BIM – PEB es un componente esencial para la correcta implementación del BIM puesto que este plan detalla los protocolos, estrategias y estándares que guiarán la utilización del BIM. La correcta formulación y aplicación son importantes para el proyecto para poder maximizar los beneficios que ofrece el BIM.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO.

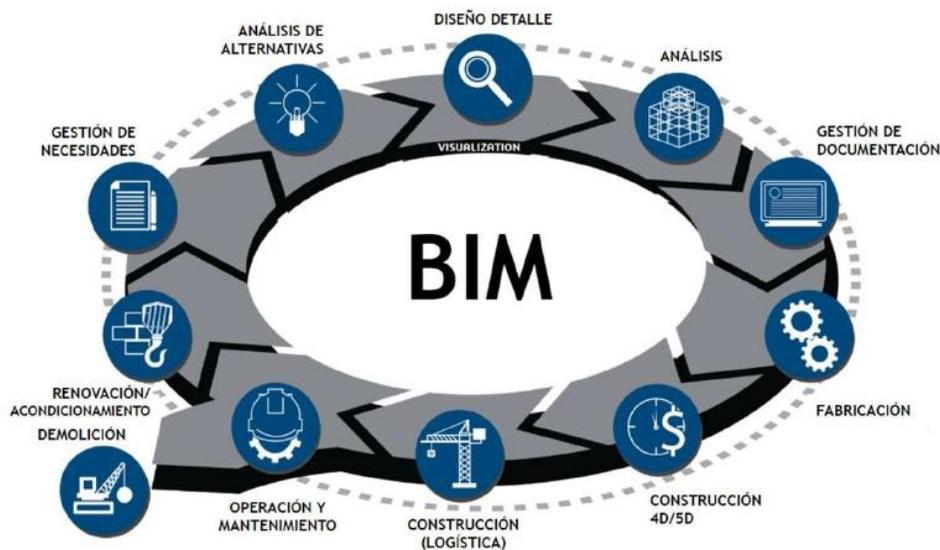
2.1 METODOLOGÍA BIM.

BIM (Building Information Modelling) es un conjunto de metodologías, tecnologías y estándares que permiten diseñar, construir y operar una edificación o infraestructura de forma colaborativa en un espacio virtual (BIM Dictionary, 2021).

La definición de la ISO 19650 (2018), nos dice que “BIM es una representación digital compartida de un activo elaborado para facilitar los procesos de diseño, construcción y operación con el objeto de generar una base confiable para la toma de decisiones”.

Es decir, por un lado, las tecnologías ayudan a generar y gestionar información concisa mediante modelados del proyecto a lo largo del ciclo de vida de este. Por otro lado, las metodologías que están basadas en estándares permiten compartir la información de manera ordenada y estructurada entre todas las personas que conforman el equipo de trabajo fomentando el trabajo en equipo, colaborativo e interdisciplinario y generando valor a los procesos establecidos.

Ilustración 1. Ciclo de vida de la Edificación.



Fuente: Tomado de Tknika, 2023.

2.1.1 ANTECEDENTES.

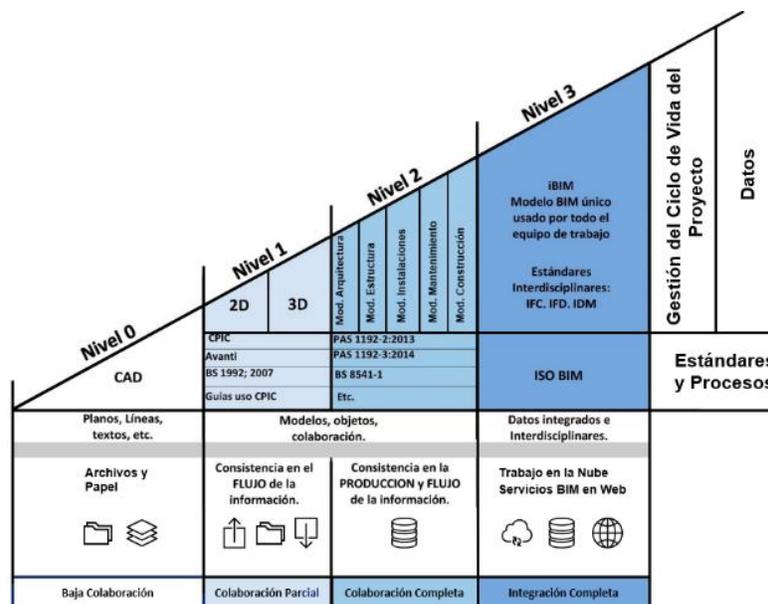
Durante los años 80, la pretensión consistía en tener una representación digital del edificio conectada a varias bases de datos y sobre la que poder desarrollar el concepto VDC (Virtual Design Construction). No sería hasta los años 90 cuando aparecería el BIM, desde entonces, el

sector de la construcción ha sido el que ha desarrollado en gran medida lo que esta metodología se proponía.

En 1994, se fundó BuildingSMART, una organización sin fines de lucro que ya anticipaba los desafíos de comunicación e ineficiencia en la industria. Estos obstáculos surgían de la gran fragmentación del sector y la colaboración en cada proyecto de profesionales de distintas disciplinas que utilizaban diferentes herramientas. Debido a esta forma de trabajo, era necesario ingresar repetidamente la misma información en cada una de las aplicaciones. Por lo tanto, el principal objetivo de BuildingSMART era promover la eficiencia en el sector de la construcción mediante el uso de estándares abiertos de interoperabilidad basados en BIM. Su meta consistía en lograr nuevos niveles de reducción de costos, acelerar los tiempos de ejecución y mejorar la calidad. Dinamarca, Finlandia, Noruega y Suecia (países nórdicos) fueron pioneros a comienzos del siglo XXI al promover la consolidación de toda la información de un proyecto de construcción en un solo archivo digital.

En el año 2011, el Reino Unido implementó una estrategia que establecía la obligatoriedad del BIM en proyectos públicos a partir de abril de 2016 bajo el concepto de BIM Nivel 2. Esta iniciativa, junto con la creación de un marco normativo nacional para la utilización del BIM a través de las normas PAS 1192, ha permitido que en poco tiempo el nivel de adopción del BIM en el Reino Unido alcance los estándares observados en los países nórdicos.

Ilustración 2. Nivel de madurez BIM.



Fuente: Mark Bew y Mervyn Richards, 2008.

Con el tiempo otros países en Europa comenzaron a implementar las mismas estrategias, lo que llevo a la creación de un grupo de coordinación, el grupo de trabajo EU BIM Task Group, quienes publican el manual de introducción de la metodología BIM por parte del sector público.

Actualmente algunos países miembros de la Unión Europea han declarado un mandato BIM, en el cual obligan la aplicación de la metodología a partir de una fecha concreta como Italia o Alemania. Por otro lado, Estados Unidos es uno de los países pioneros en el uso de la metodología BIM desde el año 2006, como lo demuestra su uso en la Administración de Servicios Generales (GSA).

En Estados Unidos se publicaron muchas guías que ahora son utilizadas como referencia para el resto del mundo, algunas de ellas son:

- Guía del Plan de Ejecución BIM (PEB) de la Universidad de Pennsylvania.
- Definición de los Level of Development (LOD) de la Asociación BIMFORUM.
- Formato de Datos COBie (Construction Operation Building Information Exchange), desarrollado por la armada y que contiene información sobre el activo para la fase de operación y mantenimiento.

En Latinoamérica el nivel de madurez de BIM es muy diferente al de otras partes de Europa, algo sin embargo cabe destacar que se ha establecido una Red BIM de gobiernos para coordinar varias estrategias nacionales. Entre estas iniciativas destaca la de Chile, a través del denominado PlanBIM. Chile anunció que utilizara la metodología BIM en proyectos públicos a partir del año 2020. Este plan se encarga de fijar estándares y acciones de capacitación. México Perú y Argentina también están implementando un enfoque en la metodología BIM.

2.1.2 CONCEPTOS BÁSICOS BIM.

Entre los conceptos básicos de BIM se pueden destacar los siguientes:

- **Colaboración.** – Fomenta la colaboración entre los diferentes equipos que forman parte del proyecto, mejorando la comunicación y eficiencia en la gestión del proyecto.
- **3D Modelling.** – Generar modelos digitales 3D que sean precisos y detallados permite visualizar el proyecto de manera más clara.
- **Data Management.** – Para el éxito de cualquier proyecto de construcción es importante la gestión de datos, con el BIM se puede gestionar de manera eficiente la información del proyecto lo cual permite compartir datos de manera más accesible y fácil.



- **Ciclo de vida.** – Con el BIM podemos abarcar todo el ciclo de vida de un proyecto (planificación, diseño, construcción y operación. Esto permite una mejor eficiencia en planificación y gestión de recursos.
- **Interoperabilidad.** – Diferentes herramientas y software pueden comunicarse entre sí y compartir información de manera más efectiva, lo que permite mejorar la eficiencia del proyecto evitando retrabajos. Por este motivo el BIM fomenta la interoperabilidad.
- **Estándares.** – A nivel mundial existen diferentes estándares que ayudan a garantizar la compatibilidad y calidad de la información del proyecto, entre los más utilizados encontramos el IFC, el COBie y el BCF.
- **Clash Detection.** – La detección de colisiones es una herramienta que destaca al BIM que permite identificar problemas potenciales antes de iniciar la construcción.
- **Parametric Modelling.** – El modelado paramétrico es una técnica de modelado que permite crear elementos que se ajustan automáticamente a cambios en el modelo.
- **Virtual Design Construction (VDC).** – La construcción y diseño virtual está basado en BIM que utiliza modelos virtuales para planificar la construcción antes de su ejecución lo cual permite identificar problemas y mejorar los procesos constructivos reduciendo costos y plazos de entrega.
- **Facilities Management.** – El BIM se utiliza para mejorar la gestión de instalaciones, permitiendo tener una mejor visualización y análisis de datos del proyecto para la planificación y mantenimiento.

2.1.3 DIMENSIONES BIM.

BIM establece cinco dimensiones a nivel mundial que son: 3D modelo tridimensional; 4D Tiempo; 5D Costo; 6D Sostenibilidad y 7D Gestión del ciclo de vida del proyecto. Los niveles BIM permiten observar más de cerca un proyecto desde diferentes etapas, ayudando a comprenderlo mejor.

Ilustración 3. Dimensiones BIM.

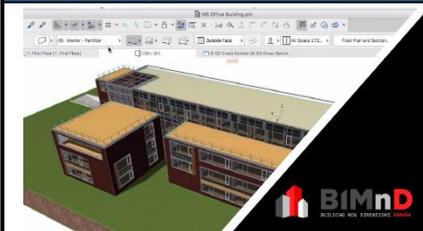
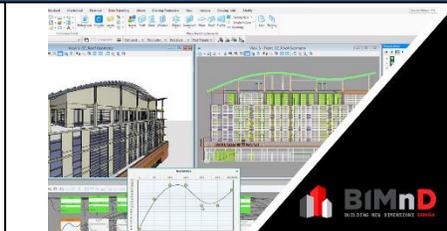
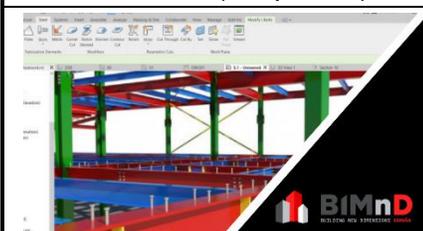


Fuente: Tomado de cadbimsurveys. (s.f.)

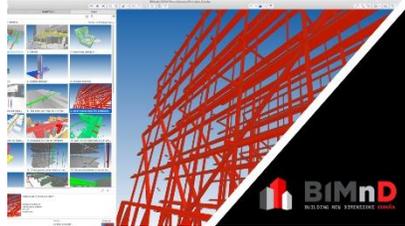
2.1.4 SOFTWARES BIM.

En la industria de la construcción existen varios softwares que de acuerdo con la preferencia y requerimiento de cada proyectista serán utilizados. A continuación, se observa los diferentes tipos de softwares para modelado, visores, planificación de obra y medición de presupuesto.

Tabla 1. Softwares BIM.

Modelado BIM		
		
ArchiCAD (Graphisoft)	Aecosim (Bentley Systems)	Allplan (Nemetschek)
		
REVIT (Autodesk)	Vectorworks (Nemetschek)	Edificius (ACCA Software)

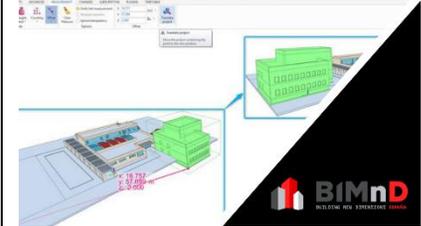
Visores BIM



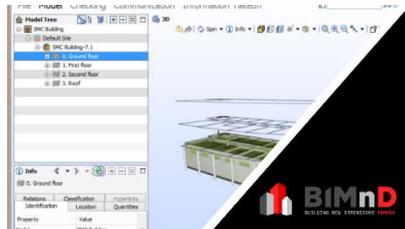
BIM Collab Zoom



BIMx (Graphisoft)



BIM Vision



Solibri Model Viewer



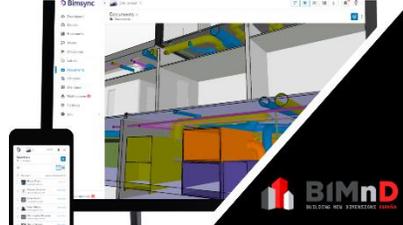
A360 (Autodesk)



BIMkeeper



DALUX BIM Viewer



BIMSYNC



UsBIM Viewer (ACCA Software)

Planificación de obra 4D



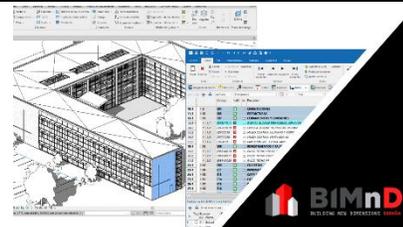
Naviswork (Autodesk)



SYNCHRO



TCQi



Project (Microsoft)

Medición y presupuesto 5D



Fuente: Tomado de bimnd.es. (2019)

2.1.5 VENTAJAS DE UTILIZAR BIM.

Las ventajas de implementar la metodología BIM en proyectos de edificaciones y obras de arte son numerosas respaldados por investigaciones e historias de éxito en el mundo. A continuación, se presentan las ventajas de la metodología BIM:

a) Mejora en la colaboración y comunicación.

La metodología BIM permite un trabajo colaborativo donde todos los integrantes del equipo pueden acceder a la información actualizada, esto permite reducir errores de comunicación y ayuda a mejorar la coordinación entre las diferentes disciplinas de un proyecto.

b) Reducción de retrabajos por errores.

Esta ventaja es muy importante, porque al utilizar BIM permite detectar las interferencias o colisiones y conflictos antes de que se inicie la etapa de construcción.

c) Eficiencia en tiempo y costos.

La metodología BIM permite realizar una planificación y gestión más eficiente de los proyectos, optimizando los recursos e identificando los inconvenientes para poder prevenirlos. Lo que se traduce en reducción de tiempos y costos.

d) Gestión del ciclo de vida del proyecto.

Proporciona una Plataforma en la gestión integral del ciclo de vida del edificio, desde la planificación hasta la operación y mantenimiento, permitiendo mejorar la eficiencia y sostenibilidad del edificio.

e) Sostenibilidad y eficiencia energética.

Al realizar una simulación permite a la evaluación por parte de los diseñadores, de igual manera permite optimizar el rendimiento energético del edificio, lo cual promueve practicas sostenibles reduciendo el impacto ambiental.

2.1.6 AGENTES Y RESPONSABILIDADES BIM.

La metodología BIM involucra diversos agentes quienes tienen responsabilidades específicas. Implementar de manera correcta requiere de comprensión clara de los diferentes roles y responsabilidades de cada uno de los participantes durante el proceso del proyecto. A continuación, se presenta de los agentes clave para la implementación BIM y sus responsabilidades.

Tabla 2. Roles BIM.

Rol BIM	Acciones	Experiencia o conocimiento previo
 <p>Revisión en BIM</p>	Visualizar y verificar la información (geometría y datos) de los modelos desarrollados en BIM, según la etapa del ciclo de vida del proyecto (idea, diseño, construcción y operación).	Conocimiento sobre los objetivos técnicos y normativos del tipo de proyecto, especialidad y etapa a revisar. Competencias en alguna de las siguientes responsabilidades: fiscalización, validación, auditoría, control, desarrollo y/o ejecución en base a la información obtenida de un proyecto.
 <p>Modelación en BIM</p>	Desarrollar modelos BIM de proyectos según la especialidad, utilizando diferentes tipos de representación y extracción de la documentación técnica de ellos. Dominar el intercambio de la información en diferentes formatos. Modelar los elementos agregando o actualizando la información requerida. Usar y crear nuevas entidades.	Conocimiento y competencias sobre los objetivos técnicos y normativos del tipo de proyecto, especialidad y etapa a modelar.
 <p>Coordinación en BIM</p>	Desarrollar el proceso de integración y flujo de información entre los diferentes actores según la etapa de un proyecto. Validar e integrar modelos de distintas especialidades, prever conflictos y conciliar soluciones. Comunicarse con los especialistas para recopilar información y asegurar la correcta modelación del diseño. Organizar sesiones de coordinación entre las disciplinas. Configurar el entorno de modelación para desarrollar las entregas según lo especificado en el PEB. Mantener el/los modelo(s) actualizado(s) y liviano(s). La(s) persona(s) en este rol son el principal punto de contacto entre los modeladores.	Conocimiento y competencias sobre el desarrollo de proyectos, los objetivos técnicos y normativos del tipo de proyecto, especialidad y etapa a coordinar. Liderazgo de equipos.
 <p>Gestión en BIM</p>	Liderar la planificación, desarrollo y administración de los RRHH y tecnológicos para la implementación y actualización de la metodología BIM en una organización, un proyecto o en la administración de un activo. Definir el entorno de modelación, los estándares que se usarán, los modelos que se crearán, cómo se vincularán entre sí, cómo se ordenará y organizará la información en los modelos, la configuración de la infraestructura de TI y los protocolos de comunicación. Definir un cronograma para las entregas y organizar reuniones del equipo BIM. La(s) persona(s) en este rol son el punto de contacto para el (los) gerente(s) del proyecto y para los diversos coordinadores de un proyecto.	Competencias en alguna de las siguientes responsabilidades: estandarización y optimización de procesos tecnológicos, planificación y administración de proyectos, operación y mantenimiento de activos. Liderazgo de equipos.
 <p>Dirección en BIM</p>	Liderar y fomentar la implementación de BIM en una organización, de acuerdo a las necesidades, estrategias y toma de decisiones relativas a proyectos e inversiones, según la etapa del ciclo de vida del proyecto (idea, diseño, construcción y operación).	Experiencia en gestión estratégica de proyectos y/o de organizaciones. Liderazgo.

Fuente: Tomado de estándar BIM para proyectos públicos (p. 109), por Planbim, 2021.

2.1.7 NORMAS BIM.

Para asegurar la interoperabilidad, consistencia y calidad en proyectos con estándares BIM, es importante cumplir con las normas. En la siguiente tabla se muestra las normas BIM más importante a nivel mundial y algunas específicas para ciertos países y sus descripciones.

Tabla 3. Normas BIM.

	NORMA	DESCRIPCIÓN
NORMAS INTERNACIONALES	ISO 19650: Organización y digitalización de la información en obras de edificación e ingeniería civil, incluyendo BIM.	Definen los principios y requisitos para la gestión de la información en proyectos de construcción utilizando BIM. Se divide en cuatro partes que son: ISO 19650-1: Conceptos y principios. ISO 19650-2: Fase de desarrollo del proyecto. ISO 19650-3: Fase de operación del activo. ISO 19650-4: Intercambio de información. ISO 19650-5: Seguridad de la información.
	ISO 16739: Industry Foundation Classes (IFC) para la compartición de datos en la industria de la construcción.	Define el formato de datos IFC que facilita el intercambio de información entre diferentes softwares BIM.
	ISO 12006: Organización de la información sobre la construcción.	Se divide en dos partes que son: ISO 12006-2: Marco de clasificación para información de la construcción. ISO 12006-3: Framework for object-oriented information.
NORMAS EUROPEAS	EN 17412: Level of Information Need (LOIN).	Define los requisitos de información necesarios para BIM en diferentes etapas de un proyecto de construcción.
	EN 15978: Sostenibilidad de la construcción - Evaluación del desempeño ambiental de los edificios.	Proporciona un marco para la evaluación del impacto ambiental de los edificios, incluyendo aspectos relacionados con el uso de BIM.

NORMAS NACIONALES	UNE-EN ISO 19650: Adaptación de las normas ISO 19650 para España (España).	Versión española de las normas ISO 19650, adaptada a las especificidades del mercado español.
	UNE-EN 17412: Nivel de Necesidad de Información (España).	Define los niveles de detalle y desarrollo de la información que se debe utilizar en los proyectos BIM en España.
	PAS 1192: Protocolo de Información del Proyecto (Reino Unido).	Conjunto de especificaciones de mejores prácticas para la gestión de la información en proyectos de construcción utilizando BIM. Se divide en 3 partes: PAS 1192-2: Fase de entrega del proyecto. PAS 1192-3: Gestión de activos en la fase de operación. PAS 1192-5: Seguridad de la información.
	National BIM Standard - United States (NBIMS-US) (Estados Unidos).	Conjunto de estándares y guías desarrolladas por el National Institute of Building Sciences para la implementación de BIM en Estados Unidos.
OTRAS NORMAS RELEVANTES	LOD Specification (BIMForum).	Define los niveles de desarrollo (LOD) para los modelos BIM, especificando el grado de compleción y detalle que deben tener en diferentes etapas del proyecto.
	BS 8536: Code of practice for facilities management (Buildings infrastructure).	Proporciona directrices para la gestión de instalaciones utilizando modelos BIM.
	DIN SPEC 91391: Use of Building Information Modelling in Facility Management.	Estándar alemán que proporciona directrices para la utilización de BIM en la gestión de instalaciones.

Fuente: Elaboración propia.

2.1.8 TRABAJO COLABORATIVO.

El estándar ISO 19650 es una serie de normas que brindan un marco para la gestión de la información en proyectos de la construcción que utiliza la metodología BIM. Dado que estas normas son una parte integral de un enfoque sistemático y coherente hacia la colaboración exitosa en proyectos BIM, los principios subyacentes y las prácticas de trabajo colaborativo en BIM según la ISO 19650 serán:

- a) Introducción a la ISO 19650.
- b) Principios del trabajo colaborativo según la ISO 19650.
- c) Roles y Responsabilidades.
- d) Plan de Ejecución BIM (BEP).

Dentro de los componentes clave del BEP tenemos:

- **Estrategia de Información.** – Los objetivos y la estrategia se establecen en esta sección para la gestión de la información
 - **Protocolos y estándares.** – Cómo la coherencia y la calidad de la información se mantendrán a través de protocolos y estándares
 - **Plan de Comunicación.** – Cómo se comunica la información entre los participantes en el proyecto.
- e) Common Data Environment (CDE).

El entorno común de datos también es la herramienta digital que se utiliza para el manejo y cambio de información compartida entre los expertos y las partes. El uso de CDE es una parte esencial de los principios de colaboración de la ISO 19650 implementadas en BIM. Dentro del aspecto CDE, se encuentran las siguientes características:

- **Seguridad de acceso.** – Permite tener un acceso controlado y se utiliza para permitir el acceso autorizados accedan a información específica. Esto garantiza que la información sensible o crítica esté protegida y que cada usuario solo vea lo que necesita para su trabajo.
- **Revisión y aprobación.** – Antes de que cualquier que cualquier documento se utilice en el proyecto, debe ser revisado y aprobado. El CDE facilita este proceso al proporcionar herramientas que permiten a los usuarios revisar y aprobar información de manera eficiente. Así, todos pueden estar seguros de que están trabajando con datos precisos y actualizados.
- **Historial de cambios.** – Se usa para mantener un registro de los cambios que se realizan en el proyecto, lo cual permite tener un seguimiento de la información.

2.2 PLAN DE EJECUCIÓN BIM (PEB).

El BIM Execution Plan (BEP), traducido al español Plan de Ejecución BIM (PEB) es un documento esencial que permite definir cómo se va a implementar la metodología BIM en un proyecto, estos pueden ser civiles y de edificación. El PEB debe elaborarse al inicio del proyecto y conforme

avanza el proyecto debe ser actualizado. El objetivo principal del PEB es garantizar que las personas que participan en el proyecto comprendan sus roles y responsabilidades, además de comprender el cumplimiento de los estándares y procesos establecidos.

2.2.1 CONTENIDO CLAVE DEL PEB.

Si bien comprendemos que un Plan de Ejecución BIM (PEB) puede variar dependiendo el tipo de proyecto y contrato, se debe considerar el siguiente contenido mínimo:

- Objetivos del proyecto BIM.
- Roles y responsabilidades.
- Estándares y protocolos.
- Plan de coordinación.
- Recursos.
- Control de calidad.
- Gestión de información.

2.2.2 BENEFICIOS DEL PEB.

El tener un PEB bien elaborado va a proporcionar muchos beneficios para el proyecto y los interesados.

- **Mejora en la coordinación.** – Facilita la coordinación y comunicación entre todos los que forman parte del proyecto, dando como resultado la reducción de malentendidos y errores.
- **Optimiza recursos.** – Mejora la planificación y uso de recursos optimizando costos y tiempos.
- **Calidad y precisión.** – Mejora la toma de decisiones y eficiencia operativa, además de asegurar la calidad de los modelos de información definiendo el uso de normativas y/o estándares.
- **Trazabilidad y transparencia.** – Facilita el seguimiento y control mejorando la trazabilidad y cambios de acuerdo con el avance del proyecto.

CAPÍTULO 3. DESARROLLO DEL PLAN DE EJECUCIÓN BIM – PEB.

DEFINICIONES.

- BIM en inglés, Building Information Modelling, es un conjunto de metodologías, tecnologías y estándares que permiten diseñar, construir y operar edificios e infraestructuras de forma colaborativa, en un entorno virtual (PLANBIM, 2021).
- PEB, Plan de Ejecución BIM, documento elaborado por el proveedor que define cómo serán llevados a cabo los aspectos de modelado y gestión de la información (ISO 19650-2, 2018).
- Uso BIM, es el método de aplicación de BIM durante el ciclo de vida de una edificación o infraestructura para alcanzar uno o más objetivos específicos (KREIDER y MESSNER, 2013).
- Activo, es la edificación o infraestructura, una vez construida (PLANBIM, 2021).
- Entidad, elemento virtual que representa un objeto físico o abstracto de construcción (SUCCAR, 2014).
- EDC, el Entorno de Datos Compartidos (EDC) es un sistema digital que permite la colaboración y el intercambio de información en proyectos de construcción basados en el enfoque BIM (ISO 19650-2, 2018).
- Rol BIM, se refiere a la función específica que desempeña un profesional en un proyecto de construcción basado en BIM (ISO 19650-2, 2018).
- Entregable BIM, es el documento e información necesaria para la obtención de modelos BIM, así como todos los productos resultantes del uso de herramientas y flujos de trabajo BIM.
- Modelo BIM, es una representación digital 3D de un edificio o proyecto de construcción que contiene información detallada sobre sus componentes y características, facilitando la colaboración y toma de decisiones en todas las etapas del ciclo de vida del proyecto (ISO19650-1, 2018).
- NDI, Nivel de Información, grado de profundidad que puede tener la información geométrica y no geométrica contenida en las entidades de los modelos BIM (PLANBIM, 2021).

3.1 INTRODUCCIÓN.

El uso de la metodología BIM en la industria de la construcción ha demostrado ser una herramienta invaluable para mejorar la eficiencia, la colaboración y la calidad de los proyectos de construcción, en sus diferentes etapas de su ciclo de vida.

En este plan, se establecerán las pautas y los procesos que se seguirán durante las etapas de planificación y diseño del proyecto. El enfoque principal será la implementación efectiva de BIM para garantizar la optimización de recursos, la reducción de costos, la minimización de errores y la mejora en la comunicación entre los diferentes actores involucrados en el proyecto.

El uso de la metodología BIM permitirá la creación de un modelo tridimensional virtual que integrará toda la información relevante del proyecto, incluyendo los diseños arquitectónicos, estructurales e instalaciones. Esto permitirá a todos los miembros del equipo de proyecto tener acceso a la información actualizada en tiempo real, lo que facilitará la toma de decisiones informadas y la detección temprana de posibles conflictos o problemas.

Y, además, el Plan de Ejecución BIM establecerá los estándares y las directrices para la gestión de datos, la coordinación de disciplinas, la programación y la secuenciación de tareas, la detección de interferencias y la documentación del proyecto. Se hará énfasis en la colaboración y la comunicación efectiva entre los diferentes participantes, promoviendo un enfoque multidisciplinario y fomentando la transparencia y la eficiencia en todas las etapas del proyecto

3.1.1 OBJETIVO.

Elaborar un Plan de Ejecución BIM del proyecto “Construcción Edificio Priscila”, el cual optimice la eficiencia en los ciclos de vida del proyecto mediante la implementación de la metodología BIM, mejorando la integración y gestión de datos, trabajo colaborativo, utilizando tecnologías avanzadas que permitirán reducir tiempo, costo e incrementar la calidad para garantizar la seguridad y sostenibilidad del edificio.

3.1.2 ALCANCE.

El alcance del presente Plan de Ejecución BIM, se limita a la etapa de planificación y diseño, donde se realizará el desarrollo de modelos 3D, 4D y 5D de las especialidades de arquitectura y estructura del proyecto, así mismo, se definirán los estándares de modelado mediante una coordinación de disciplinas para asegurarse de que no haya conflictos entre los elementos.

3.1.3 CONTROL DE REVISIÓN.

El control de revisión es esencial para mantener la relevancia y efectividad del Plan de Ejecución BIM a medida que evoluciona el proyecto.

El control de revisión es esencial para mantener la relevancia y efectividad del Plan de Ejecución BIM a medida que evoluciona el proyecto. Las revisiones serán responsabilidad del equipo BIM y se llevarán a cabo en los siguientes momentos clave:

- a) **Revisión inicial:** Antes del inicio del proyecto.
- b) **Revisiones periódicas:** Durante el desarrollo del proyecto, se llevarán a cabo revisiones periódicas.
- c) **Revisión de entregables:** Se llevará a cabo reuniones, antes de cada entrega de entregables, para que cumplan con las pautas descritas en el BEP.
- d) **Revisiones en caso de cambios significativos:** Si se producen cambios significativos en el proyecto que afecten a los objetivos del BEP, se realizará una reunión adicional para adaptar a las nuevas circunstancias.
- e) **Control de versiones:** Se mantendrá un registro de versiones del BEP para rastrear las modificaciones en cada revisión.
- f) **Responsabilidades:** Se asignarán responsabilidades claras para la realización de revisiones y la gestión de cambios

Para ello se facilita la siguiente tabla:

Tabla 4. Control de revisiones.

Versión	Fecha	Responsable	Motivo de la modificación
1.0	dd/mm/aaaa	Nombres y Apellidos	Publicación de 1ra. versión
2.0	dd/mm/aaaa	Nombres y Apellidos	-
3.0	dd/mm/aaaa	Nombres y Apellidos	-

Fuente: Elaboración. Propia.

3.2 INFORMACIÓN DEL PROYECTO.

3.2.1 DATOS DE IDENTIFICACIÓN.

Es importante tener el contacto del equipo de proyecto para que todos los involucrados puedan conectarse por cualquier necesidad. Las listas pueden ser largas o cortas dependiendo el tamaño y alcance del proyecto.

Tabla 5. Datos del equipo de proyecto.

Responsabilidad	Empresa	Nombre y Apellido	Correo electrónico	Celular
Cliente	-	Sr. Gonzalo Montenegro	mont.gonzalo1984@gmail.com	74007540
BIM Manager	CONSKRETA S.R.L.	Ing. Luis Vargas	luis.vargas@gmail.com	72249378
Arquitecto diseñador	CONSKRETA S.R.L.	Arq. Iveth Pasten	iveth.pasten81@gmail.com	65165622
Ingeniero estructural	CONSKRETA S.R.L.	Ing. Miguel Quevedo	micky.quevedo@gmail.com	79126202
Ingeniero MEP	CONSKRETA S.R.L.	Ing. Carlos Padilla	padillacarlos@gmail.com	71862445
Instalación eléctrica	Empresa unipersonal	Sr. Basilio Quispe	-	77556832
Instalación sanitaria	Empresa unipersonal	Sr. Daniel Aruquipa	-	73058447
Cómputos métricos presupuesto	CONSKRETA S.R.L.	Arq. Iveth Pasten	iveth.pasten81@gmail.com	65165622
Contratista obra bruta y fina	Empresa unipersonal	Sr. Sergio Montecinos	-	71525286

Fuente: Elaboración propia.

De igual manera, se debe considerar todos los datos de identificación del proyecto.

Tabla 6. Datos de identificación.

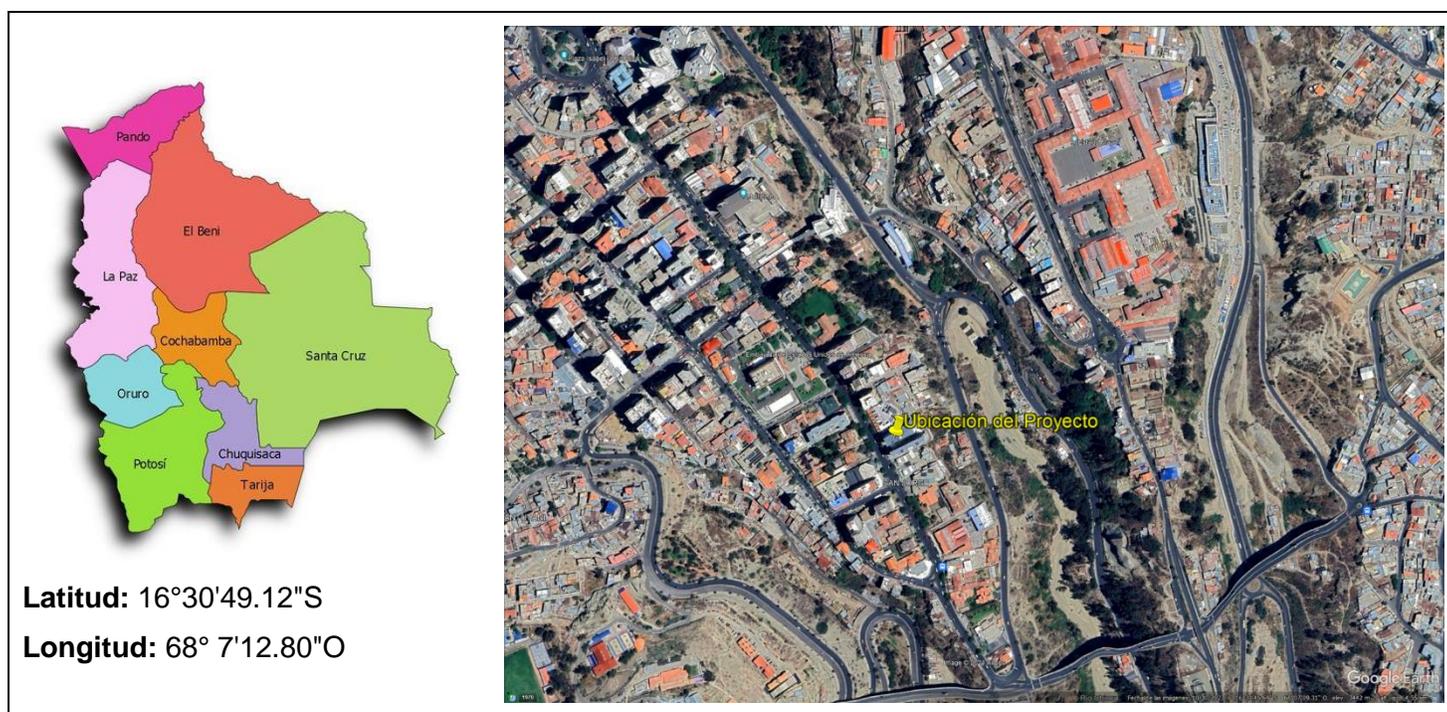
Cliente:	Empresa constructora ECY S.R.L.
Nombre de proyecto:	Construcción Edificio Priscila
Dirección:	Avenida Arce Nro. 2847

Fecha de inicio:	4 de diciembre de 2024
Fecha de final:	11 de junio de 2026
Descripción del proyecto:	Diseño arquitectónico y estructural del Edificio Priscila
Tipo de contrato:	Contrato de Servicios de Coordinación BIM
Número de contrato:	ECY-EPRI-001
Número de proyecto:	01-2024

Fuente: Elaboración propia.

La construcción del edificio Priscila será desarrollada por la empresa constructora ECY S.R.L., misma que cuenta con más de 10 años de experiencia en la construcción de edificios y que actualmente se encuentra promoviendo la mejora continua en la empresa, en este caso la metodología BIM. El proyecto está ubicado en la ciudad de La Paz – Bolivia, exactamente en la zona de Sopocachi, avenida Arce Nro. 2847 como se puede ver en la siguiente imagen satelital.

Ilustración 4. Ubicación del proyecto en la ciudad de La Paz – Bolivia.



Fuente: Elaboración propia.

- Descripción arquitectónica.

El edificio cuenta con 16 pisos, con un total de 104 departamentos, 113 parqueos y 98 bauleras. El detalle por piso en la siguiente tabla.

Tabla 7. Detalle de arquitectura.

Piso	Ambientes	Aclaración
Piso 16	Terraza	-
Piso 9 al 15	8 departamentos por piso	Planta tipo 2
Piso 4 al 8	8 departamentos por piso	Planta tipo 1
Piso 3	8 departamentos por piso	Tiene áreas verdes
Zócalo 2	20 consultorios	-
Zócalo 1	6 consultorios, cafetería, portería, sala de copropietarios	Nivel de calle
Sótano 1	21 parqueos, 16 bauleras	-
Sótano 2	22 parqueos, 22 bauleras	-
Sótano 3	23 parqueos, 22 bauleras	-
Sótano 4	23 parqueos, 22 bauleras	-
Sótano 5	24 parqueos, 16 bauleras	-

Fuente: Elaboración propia.

- **Descripción estructural.**

El diseño estructural está calculado para una resistencia mínima de 21,00 MPa a los 28 días. A continuación, podemos observar el detalle por cada tipo de elemento estructural en la siguiente tabla.

Tabla 8. Detalle de estructuras.

Elemento estructural	Alto (cm)	Largo (cm)	Ancho (cm)
Losa Radier	50		
Viga Radier	140		50
Columnas iniciales		100	50
Columnas iniciales		140	50
Columnas iniciales		150	50
Columnas iniciales		220	50
Columnas iniciales		50	40
Columnas – 1era reducción		80	50
Columnas – 1era reducción		120	50
Columnas – 1era reducción		130	50
Columnas – 1era reducción		200	50
Columnas – 2da reducción		100	40
Columnas – 2da reducción		110	40

Columnas – 2da reducción		180	40
Columnas – 2da reducción		60	40
Vigas planas	30		50
Vigas rectangulares	50		20
Muros de ascensor		220	20
Muros de ascensor		300	20

Fuente: Elaboración propia.

- Descripción hidrosanitaria.

El diseño hidrosanitario contempla un sistema de abastecimiento mixto (sistema directo e indirecto). Comenzando con el sistema directo, todo el piso 1 y 2 que está comprendido por consultorios, cafeterías y áreas comunes será alimentado por la acometida de la matriz de agua potable de la calle.

El sistema indirecto será: tanque cisterna – bomba – tanque elevado – hidroceles, donde la acometida ingresará por la Avenida Arce y bajará hasta el sótano 5 donde se encuentra ubicado el tanque cisterna, con el uso de una bomba se impulsará el agua hasta el tanque elevado que estará ubicado en el piso 16 (terraza). Se instalarán dos tuberías de distribución, la primera que con presión por gravedad cubrirá la presión requerida de los pisos 3 al 12 y la segunda tubería de distribución estará conectada a los tanques hidrocele para garantizar la presión mínima requerida del artefacto más desfavorable en el diseño hidrosanitario del piso 13 al 15.

3.2.2 HITOS DEL PROYECTO.

Si bien las fechas estimadas del proyecto pueden cambiar durante la realización del proyecto, es importante establecer los hitos del proyecto o establecer metas dentro del PEB. Los hitos definidos para el proyecto Construcción Edificio Priscila se reflejan en la siguiente tabla.

Tabla 9. Hitos del proyecto.

N.º	Hito/Entregable	Fecha de inicio	Fecha de entrega
1.	Planificación	8 de abril de 2024	9 de diciembre de 2024
1.1.	Diseño preliminar	8 de abril de 2024	5 de septiembre de 2024
1.2.	Obtención de permisos de construcción	9 de septiembre de 2024	9 de diciembre de 2024
2.	Preparación del terreno	10 de diciembre de 2024	30 de marzo de 2025

2.1.	Demolición (si es necesario)	10 de diciembre de 2024	20 de diciembre de 2024
2.2.	Excavación y nivelación	23 de diciembre de 2024	30 de marzo de 2025
3.	Obra gruesa	1 de abril de 2025	27 de septiembre de 2025
3.1.	Fundaciones	1 de abril de 2025	22 de abril de 2025
3.2.	Sótanos	22 de abril de 2025	14 de junio de 2025
3.3.	Torre planta tipo piso 1 al 15	16 de junio de 2025	27 de septiembre de 2025
4.	Instalaciones MEP	25 de julio de 2025	1 de noviembre de 2025
4.1.	Instalación sanitaria	25 de julio de 2025	1 de noviembre de 2025
4.2.	Instalación eléctrica	25 de julio de 2025	1 de noviembre de 2025
4.3.	Instalación de gas	25 de julio de 2025	1 de noviembre de 2025
5.	Obra fina	2 de agosto de 2025	28 de febrero de 2026
5.1.	Tabiquería y revoques	2 de agosto de 2025	28 de noviembre de 2025
5.2.	Fachada	8 de noviembre de 2025	28 de febrero de 2026
5.3.	Puertas y ventanas	20 de septiembre de 2025	30 de enero de 2026
6.	Entrega de obra	2 de marzo de 2026	Sin fecha
6.1.	Limpieza y retiro de escombros	2 de marzo de 2026	16 de marzo de 2026
6.2.	Entrega de ambientes a clientes	16 de marzo de 2026	Sin fecha
7.	Cierre del proyecto	Sin fecha	Sin fecha
7.1.	Documentación final	Sin fecha	Sin fecha
7.2.	Evaluación costo - beneficio	Sin fecha	Sin fecha

Fuente: Elaboración propia.

3.2.3 OBJETIVOS BIM DEL CLIENTE.

Los objetivos BIM del cliente son:

- Mejorar la colaboración entre los diversos participantes (stakeholders) del proyecto al optimizar el diseño utilizando el modelo para mejorar la eficiencia, facilitando la toma de decisiones.
- Generar un modelo centralizado y compartido.
- Reducir los errores y conflictos antes de la fase de construcción mediante el diseño 3D.
- Mejorar la eficiencia en la fase de construcción para optimizar la planificación y ejecución utilizando la simulación de procesos constructivos.
- Estimar costos del proyecto utilizando información detallada del proyecto para generar las cantidades de materiales requeridas.
- Generar documentación de calidad e integral para mejorar la gestión de documentos del proyecto.

3.2.4 REQUERIMIENTOS BIM DEL CLIENTE.

Entre los requerimientos BIM del cliente podemos destacar los siguientes:

- Modelado y coordinación.
- Niveles de detalle (LOD).
- Niveles de información (LOI).
- Intercambio de datos.
- Gestión de activos y mantenimiento.
- Colaboración y comunicación.
- Cumplimiento normativo.
- Entrega y capacitación.

3.2.5 DOCUMENTOS DE REFERENCIA DEL PROYECTO.

La documentación de referencia se clasificará en gráfica y no gráfica, como se detalla en las siguientes tablas.

Tabla 10. Documentación gráfica.

Documentación gráfica	Código de archivo	Tipo de archivo
Planos arquitectónicos	EPRI_EARQ_CN_ZZZ_M2D_ARQ_XXX_XX_R000	.dwg
Planos estructurales	EPRI ESTR_CN_ZZZ_M2D_STR_XXX_XX_R000	.dwg
Planos de instalaciones eléctricas	EPRI_EELE_CN_ZZZ_M2D_ELE_XXX_XX_R000	.dwg

Planos de instalaciones hidrosanitarias	EPRI_EHID_CN_ZZZ_M2D_AFR_XXX_XX_R000	.dwg
Planos topográficos	EPRI_ETOP_CN_XXX_M2D_TOP_XXX_XX_R000	.dwg .txt

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11. Documentación no gráfica.

Documentación no gráfica	Código de archivo	Tipo de archivo
Pliego de Especificaciones Técnicas	EPRI_EARQ_CN_XXX_INF_ARQ_XXX_XX_R000	.pdf .docx
Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo (PSST)	EPRI_SYSO_CN_XXX_INF_SYSO_XXX_XX_R000	.pdf .docx
Ficha ambiental del proyecto	EPRI_EAMB_CN_XXX_INF_AMB_XXX_XX_R000	.pdf .docx
Documentación administrativa	EPRI_EADM_CN_XXX_INF_ADM_XXX_XX_R000	.pdf .docx
Documentación legal	EPRI_ELEG_CN_XXX_INF_LEG_XXX_XX_R000	.pdf .docx

Fuente: Elaboración propia.

3.2.6 ESTÁNDARES.

Dentro de los estándares se identificaron tres tipos que son: del cliente, de la industria y propios de la empresa. Estos estándares estarán ubicados en los datos de la empresa encargada de llevar a cabo el proyecto.

Tabla 12. Estándares del cliente.

Código	Nombre	Formato	Descripción	Ubicación
EST-CLI-MOD	Estándares de modelado BIM	.pdf .docx	Directrices sobre la estructura de los modelos, niveles de detalle, atributos de los elementos, etc.	Carpeta Cliente: CLI
EST-CLI-ENT	Formato de entregables	.pdf .docx	Formato modelos 3D, planos 2D generados automáticamente, etc.	Carpeta Cliente: CLI
EST-CLI-SEG	Políticas de seguridad de datos	.pdf .docx	Manual que garantice la confidencialidad de la información sensible.	Carpeta Cliente: CLI

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13. Estándares de la industria.

Código	Nombre	Formato	Descripción	Ubicación
EST-IND-19650-1	ISO19650-1	.pdf .docx	Requisitos para la gestión de información en la construcción y operación de activos	Carpeta externa Normativas: NRM
EST-IND-19650-2	ISO19650-2	.pdf .docx	Requisitos para la gestión de información en la construcción y operación de activos	Carpeta Normativas: NRM

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14. Estándares de la empresa.

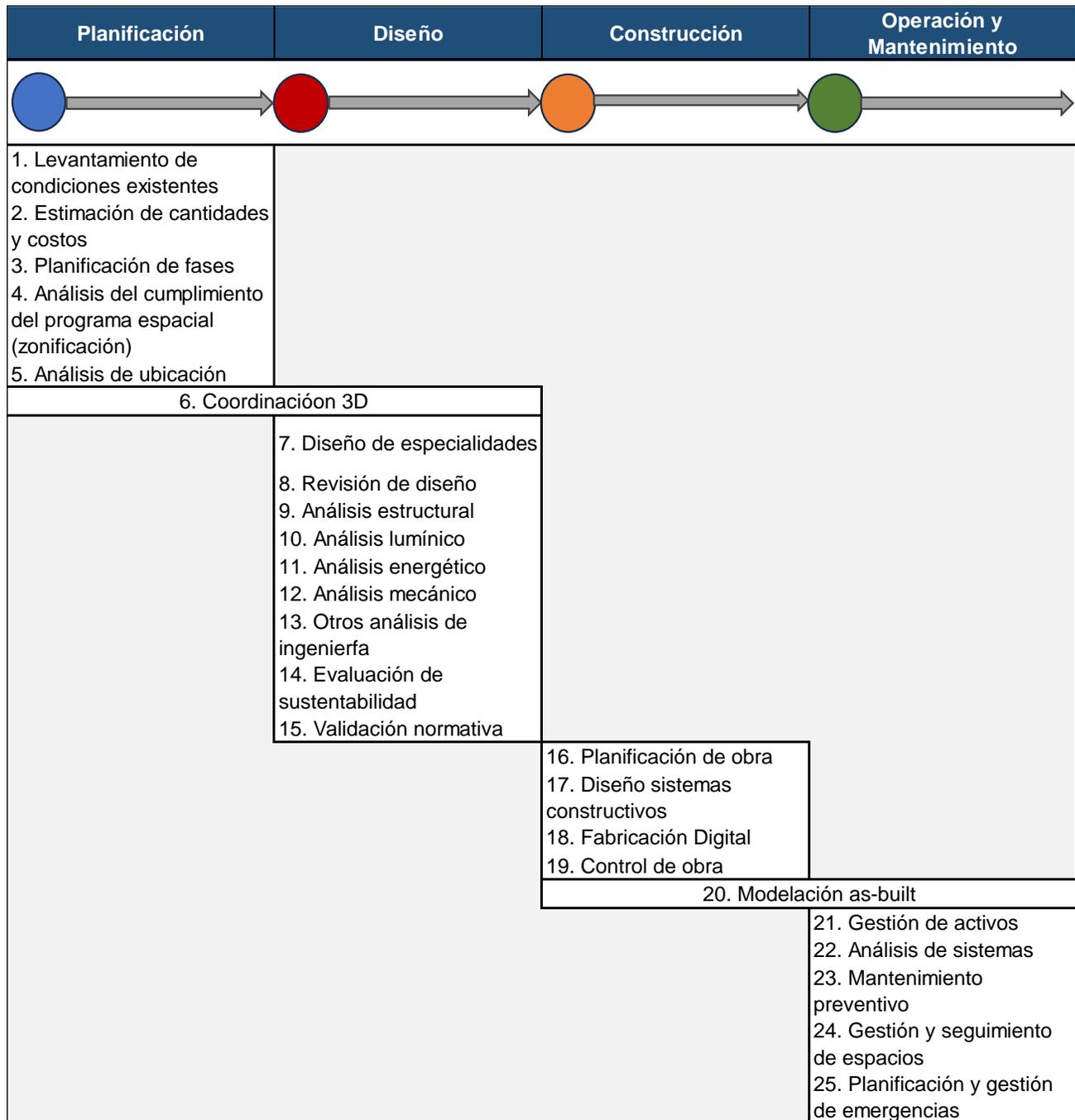
Código	Nombre	Formato	Descripción	Ubicación
EST-ECY-MOD	Estándares de modelado	.pdf .docx	Lineamientos detallados para el modelado	Carpetas normativas: NRM
EST-ECY-STA	Estándares de proyecto	.rfa, rte	Plantillas, familias para modelado BIM	Carpeta estándares: STA

Fuente: Elaboración propia.

3.3 USOS BIM.

Los usos BIM son los métodos para poder alcanzar los objetivos del proyecto, el PEB desarrollado esta desarrollado para la etapa de planificación y diseño, misma que contiene 15 usos BIM como se ve en la siguiente ilustración.

Ilustración 5. Usos BIM por fase.



Fuente. Elaboración propia, basado en Project Execution Planning Guide versión 2.1, mayo 2011.

Partiendo de los objetivos del proyecto, se determinó los usos previstos, determinando la prioridad de cada uno.

Tabla 15. Objetivos y Usos BIM.

Objetivo BIM	Uso BIM	Prioridad
Mejorar la comunicación y colaboración de los stakeholders, mediante la gestión de información y protocolos para la colaboración.	<ul style="list-style-type: none"> - Planificación de fases. - Coordinación 3D. - Revisión del diseño. - Revisión normativa. 	Alta
Asegurar la coordinación de disciplinas y modelos en el diseño, generando un modelo centralizado y compartido.	<ul style="list-style-type: none"> - Coordinación 3D. - Diseño de especialidades. - Validación normativa. 	Alta
Aumentar la eficiencia del diseño reduciendo los errores y conflictos, antes de la fase de construcción mediante el diseño 3D.	<ul style="list-style-type: none"> - Levantamiento de condiciones existentes. - Análisis del cumplimiento del programa espacial (zonificación). - Análisis de ubicación. - Coordinación 3D. - Revisión del diseño. 	Alta
Generar la cuantificación de materiales para estimar costos.	<ul style="list-style-type: none"> - Estimación de cantidades. 	Alta
Obtener documentación de calidad, definiendo la estructura de modelos y Niveles de Desarrollo (LOD)	<ul style="list-style-type: none"> - Diseño de especialidades. - Revisión del diseño. - Validación normativa. 	Media
Planificación de la implementación BIM, gestión de cambios y versiones del modelo BIM.	<ul style="list-style-type: none"> - Validación normativa. 	Media

Fuente: Elaboración propia.

3.3.1 USOS BIM PREVISTOS Y NO PREVISTOS.

En la siguiente tabla se definen los usos BIM que fueron previstos y no previstos para el proyecto. Los usos que no están previstos en este caso podrán ser complementados de acuerdo con el requerimiento de los diferentes profesionales especialistas que van a intervenir para cada etapa del proyecto como ser el caso de arquitectos, ingenieros estructuristas, eléctricos, mecánicos y otros.

Tabla 16. Usos BIM previstos y no previstos.

Fase	Uso BIM	Descripción	¿Aplica?	Responsable	
PLANIFICACIÓN	1	Levantamiento de condiciones existentes.	Proceso de desarrollo de modelos BIM en la cual se consideran las condiciones actuales de un sitio y/o instalaciones y/o áreas específicas.	Si	Empresa constructora ECY S.R.L.
	2	Estimación de cantidades y costos.	Proceso de utilización de modelos BIM para extraer cantidades y en base a esta información el costo del proyecto en sus distintas etapas.	Si	Empresa constructora ECY S.R.L.
	3	Planificación de fases.	Utilización de modelos 3D y 4D para planear la secuencia constructiva y etapas del proyecto.	Si	Empresa constructora ECY S.R.L.
	4	Análisis del cumplimiento del programa espacial (zonificación).	Evaluar el si el diseño cumple las áreas requeridas del proyecto, tomando en cuenta normativas y regulaciones establecidas. Para este proceso se utilizarán modelos BIM.	No	A requerimiento
	5	Análisis de ubicación.	Utilización de modelos BIM y/o GIS para evaluar el área de localización y orientación del proyecto.	Si	Empresa constructora ECY S.R.L.
	6	Coordinación 3D.	Proceso de planificación entre distintas disciplinas.	Si	Empresa constructora ECY S.R.L.
DISEÑO	7	Diseño de especialidades.	Proceso de creación de uno o más modelos BIM de las distintas disciplinas.	Si	Empresa constructora ECY S.R.L.
	8	Revisión del diseño.	Proceso de evaluación para detección de errores.	Si	Empresa constructora ECY S.R.L.
	9	Análisis estructural.	Determinar el comportamiento del sistema estructural mediante un modelo BIM.	No	A requerimiento
	10	Análisis lumínico.	Determinar el comportamiento del sistema de iluminación mediante un modelo BIM.	No	A requerimiento
	11	Análisis energético.	Evaluar criterios energéticos mediante un modelo BIM.	No	A requerimiento
	12	Análisis mecánico.	Analizar y evaluar la ingeniería de los sistemas mecánicos mediante un modelo BIM.	No	A requerimiento
	13	Otros análisis de ingeniería.	Determinar el método de ingeniería convencional que sea más	No	A requerimiento

			adecuado basado en especificaciones del diseño a través de modelos BIM.		
	14	Evaluación de sustentabilidad.	Proceso donde se evalúa el proyecto en base a criterios de sustentabilidad mediante modelos BIM.	No	A requerimiento
	15	Validación normativa.	Proceso de revisión del cumplimiento de normas y códigos que corresponden al proyecto mediante modelos BIM.	Si	Empresa constructora ECY S.R.L.

Fuente: Elaboración propia.

3.4 ENTREGABLES Y NIVEL DE INFORMACIÓN NECESARIA.

3.4.1 LISTADO DE ENTREGABLES.

A continuación, se detalla la lista de entregables para cada uso BIM del proyecto.

Tabla 17. Entregables de usos BIM del proyecto.

Fase	Uso BIM	Nombre de entregable	Código	Entrega			
				Fecha	Responsable	Formato	Método
PLANIFICACIÓN	1. Levantamiento de condiciones existentes.	Levantamiento topográfico.	U1-1		Director Técnico BIM	.dwg - .txt	E-mail
		Nube de puntos.	U1-2		Director Técnico BIM	.dwg - .txt	E-mail
		Planos 2D.	U1-3		Director Técnico BIM	.dwg	E-mail
		Informe de condiciones existentes.	U1-4		Director Técnico BIM	.doc - .pdf	E-mail
		Reporte fotográfico y videos.	U1-5		Director Técnico BIM	.doc - .pdf	E-mail
		Análisis de patologías.	U1-6		Director Técnico BIM	.doc - .pdf	E-mail
	2. Estimación de cantidades y costos.	Listado de ítems.	U2-1		Director de gestión de diseño	.xlsx	E-mail
		Cómputos Métricos.	U2-2		Director de gestión de diseño	.xlsx	E-mail
		Análisis de precios unitarios.	U2-3		Director de gestión de diseño	.xlsx	E-mail
	3. Planificación de fases.	Cronograma de obra.	U3-1		Director Técnico BIM	.xlsx - .mpp	E-mail
		Modelo 4D.	U3-2		Director Técnico BIM	.rvt	E-mail
		Diagrama de Gantt.	U3-3		Director Técnico BIM	.xlsx - .mpp	E-mail
		Simulaciones de construcción.	U3-4		Director Técnico BIM	.rvt	E-mail
		Modelo 5D.	U3-5		Director Técnico BIM	.rvt	E-mail
		Plan de logística del proyecto.	U3-6		Director Técnico BIM	.xlsx - .doc - .pdf	E-mail
		Informes de planificación.	U3-7		Director Técnico BIM	.doc - .pdf	E-mail
	5. Análisis de ubicación.	Datos GIS.	U5-1		Director Técnico BIM	.dwg - .txt	E-mail
		Estudios de impacto ambiental.	U5-2		Director Técnico BIM	.doc - .pdf	E-mail
		Evaluaciones de accesibilidad.	U5-3		Director Técnico BIM	.doc - .pdf	E-mail
		Análisis de riesgos naturales.	U5-4		Director Técnico BIM	.doc - .pdf	E-mail
Estudios de viabilidad y uso del suelo.		U5-5		Director Técnico BIM	.doc - .pdf	E-mail	
Planos de ubicación.		U5-6		Director Técnico BIM	.dwg - .rvt	E-mail	
6. Coordinación 3D.	Plan de Ejecución BIM – PEB.	U6-1		Coordinador BIM	.doc - .pdf	E-mail	
DISEÑO	7. Diseño de especialidades.	Modelo arquitectura.	U7-1		Modelador BIM	.dwg - .rvt	E-mail
		Modelo estructura.	U7-2		Modelador BIM	.dwg - .rvt	E-mail
		Modelo hidrosanitario.	U7-3		Modelador BIM	.dwg - .rvt	E-mail
		Informe de documentación.	U7-4		Revisor BIM	.doc - .pdf	E-mail
	8. Revisión del diseño.	Modelos BIM actualizados.	U8-1		Revisor BIM	.dwg - .rvt	E-mail
		Análisis de interferencias.	U8-2		Revisor BIM	.nwd	E-mail
		Modelos de coordinación.	U8-3		Revisor BIM	.nwd	E-mail
		Documentos de planificación.	U8-4		Revisor BIM	.doc - .pdf	E-mail
		Listado de cantidades actualizados.	U8-5		Revisor BIM	.xlsx	E-mail
		Informes de revisión.	U8-6		Revisor BIM	.doc - .pdf	E-mail
15. Validación normativa.	Informes de cumplimiento normativo.	U15-1		Revisor BIM	.doc - .pdf	E-mail	

Fuente: Elaboración propia

Donde las abreviaturas son las siguientes:

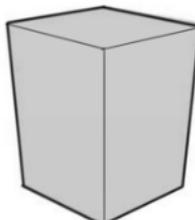
Software o formato de almacenamiento	Abreviatura
Microsoft Word	.doc
Microsoft Excel	.xlsl
Portable Document Format	.pdf
Autodesk AutoCAD	.dwg
Autodesk Revit	.rvt
Autodesk Naviswork	.nwd
Microsoft Project	.mpp

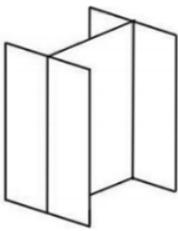
3.4.2 NIVEL DE DETALLE (LEVEL OF DEVELOPMENT – LOD).

Los LOD (Level Of Development) por sus siglas en inglés o Niveles de Desarrollo o Detalle, son utilizados en el contexto del BIM para describir el nivel de precisión y de información en los elementos de un modelo BIM a lo largo de las diferentes etapas de un proyecto.

Los LOD se utilizan para establecer expectativas claras sobre el nivel de detalle y el grado de información que se espera en cada elemento del modelo. En Reino Unido se utiliza para referirse a Level of Detail (Nivel de Detalle) o Level of Definition (Nivel de Definición). Los cuales son:

Tabla 18. Nivel de detalle (LOD).

Nivel de detalle	Interpretación	Imagen de referencia
LOD – 100	Conceptual: Los elementos de LOD 100 no son representaciones geométricas, sino más bien simbólica que muestran la existencia de un componente, pero no su forma, tamaño o ubicación precisa. Cualquier información derivada de los elementos de LOD 100 debe considerarse aproximada	

<p>LOD – 200</p>	<p>Nivel de anteproyecto: Los elementos son marcadores de posición genéricos o simbólicos reconocibles, como los componentes que representan, o pueden ser volúmenes para la reserva de espacio. Cualquier información derivada de los elementos en LOD 200 debe considerarse aproximada.</p>	
<p>LOD – 300</p>	<p>Nivel de proyecto: La cantidad, el tamaño, la forma, la ubicación y la orientación de los elementos pueden medirse directamente a partir del modelo sin necesidad de recurrir a información no modelada. Se define el origen del proyecto y se localizan los elementos con precisión con respecto al origen del proyecto.</p>	
<p>LOD – 350</p>	<p>Nivel de proyecto ejecutivo: Se modelan las partes necesarias para la coordinación del elemento con los elementos cercanos o adjuntos. Estas partes incluirán elementos tales como soportes y conexiones. La cantidad, el tamaño, la forma, la ubicación y la orientación del elemento pueden medirse directamente a partir del modelo sin necesidad de referirse a información no modelada como notas o llamadas de detalle.</p>	
<p>LOD – 400</p>	<p>Construcción, fabricación o prefabricación y montaje: Se modela con suficiente detalle y precisión para la fabricación del componente representado, generalmente fuera de obra. La cantidad, el tamaño, la forma, la ubicación y la orientación del elemento pueden medirse directamente desde el modelo sin necesidad de recurrir a información no modelada como notas o llamadas a detalle.</p>	

LOD – 500	<p>As Built: Se relaciona con la verificación en campo y no es una indicación de cambio a un nivel más alto de geometría o de información no gráfica en los elementos del modelo, la Especificación de BIM Forum no la define ni la ilustra. Verificación de un elemento al mismo nivel que el especificado en el desarrollo del proyecto, pero en su localización real en obra.</p>	
-----------	---	--

Fuente: Elaboración propia, basado en BIM México.

Tabla 19. Nivel de información gráfica elementos estructurales.

Código	Elemento	Nivel de detalle
10	Elementos estructurales	–
10.10	Fundaciones	–
10.10.10	Zapatas aisladas	LOD – 300
10.10.20	Zapatas corridas	LOD – 300
10.10.30	Losa de fundación	LOD – 300
10.10.40	Viga de fundación	LOD – 300
10.20	Estructura principal	–
10.20.10	Columnas	LOD – 300
10.20.20	Vigas	LOD – 300
10.20.30	Losas	LOD – 300
10.20.40	Escaleras	LOD – 300

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20. Nivel de detalle gráfico elementos arquitectónicos.

Código	Elemento	Nivel de detalle
20.	Elementos arquitectónicos	–
20.10	Muros	–
20.10.10	Muros exteriores	LOD – 300
20.10.20	Muros interiores	LOD – 300
20.20	Pisos	–
20.20.10	Pisos de granito	LOD – 300
20.20.20	Pisos cerámicos	LOD – 300
20.20.30	Pisos impermeabilizados	LOD – 300
20.30	Cielo raso	–

20.30.10	Cielo raso aplicado	LOD – 300
20.30.20	Cielo raso suspendido	LOD – 300
20.40	Carpinterías	–
20.40.10	Puertas	LOD – 300
20.40.20	Ventanas	LOD – 300
20.50	Mobiliario	–
20.50.10	Mobiliario de oficina	LOD – 300
20.50.20	Mobiliario de aulas	LOD – 300
20.60	Artefactos sanitarios	–
20.60.10	Inodoros	LOD – 300
20.60.20	Lavamanos	LOD – 300
20.60.30	Urinarios	LOD – 300

Fuente: Elaboración propia.

3.5 ORGANIZACIÓN DEL MODELO.

3.5.1 ESTRUCTURA DE DATOS.

Para la estructura de datos de los ficheros se detalla cómo se almacenarán los modelos en los archivos. En el caso de utilizar softwares comerciales, estos se podrán almacenar en un único archivo o en varios.

Tabla 21. Estructura de datos.

Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4
Carpeta principal Proyecto	Documentación	Planos de Construcción	
		Contratos	
		Informes de Coordinación	
	Información técnica	Trabajo en progreso	Modelos BIM
		Trabajo compartido	Modelos BIM
		Trabajo publicado	Documentación
		Trabajo archivado	Documentación

Fuente: Elaboración propia.

Dentro de cada uno de los niveles podrá existir propiedades que contendrán los diferentes datos relacionados al nivel de información.

Tabla 22. Estructuración de los modelos BIM.

Modelos BIM	Documentación	Contenido
Modelo arquitectura	Modelo 3D	Planta por piso/tipo

		Cortes y/o elevaciones
		Detalles constructivos
		Cómputos métricos
Modelo estructura	Modelo 3D	Planta por piso/tipo
		Cortes y/o elevaciones
		Detalles constructivos
		Cómputos métricos

Fuente: Elaboración propia.

3.5.2 CLASIFICACIÓN DE ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS.

Para la clasificación de los elementos constructivos, se decidió utilizar el sistema de clasificación estándar y público internacional UniClass.

Tabla 23. Clasificación de elementos constructivos.

Grupo	Subgrupo	Sección	Código	Elemento
10			10	Elementos estructurales
10	10		10.10	Fundaciones
10	10	10	10.10.10	Zapatas aisladas
10	10	20	10.10.20	Zapatas corridas
10	10	30	10.10.30	Losa de fundación
10	10	40	10.10.40	Viga de fundación
10	20		10.20	Estructura principal
10	20	10	10.20.10	Columnas
10	20	20	10.20.20	Vigas
10	20	30	10.20.30	Losas
10	20	40	10.20.40	Escaleras

Grupo	Subgrupo	Sección	Código	Elemento
20			20	Elementos arquitectónicos
20	10		20.10	Muros
20	10	10	20.10.10	Muros exteriores
20	10	20	20.10.20	Muros interiores
20	20		20.20	Pisos
20	20	10	20.20.10	Pisos de granito
20	20	20	20.20.20	Pisos cerámicos
20	20	30	20.20.30	Pisos impermeabilizados
20	30		20.30	Cielo raso
20	30	10	20.30.10	Cielo raso aplicado
20	30	20	20.30.20	Cielo raso suspendido
20	40		20.40	Carpinterías

20	40	10	20.40.10	Puertas
20	40	20	20.40.20	Ventanas
20	50		20.50	Mobiliario
20	50	10	20.50.10	Mobiliario de oficina
20	50	20	20.50.20	Mobiliario de aulas
20	60		20.60	Artefactos sanitarios
20	60	10	20.60.10	Inodoros
20	60	20	20.60.20	Lavamanos
20	60	30	20.60.30	Urinarios

Fuente: Elaboración propia.

3.5.3 NOMENCLATURA DE ARCHIVOS.

3.5.3.1 Nomenclatura de proyectos.

Se debe considerar la nomenclatura de cada proyecto, misma que tendrá la información del nombre del proyecto, etapa y tipo de proyecto.

EPRI-	DIS-	EDIF
1	2	3

1. **Proyecto:** EPRI (Edificio Priscila).
2. **Etaa del proyecto:** DIS (Diseño).

PLAN – Planificación
DIS – Diseño
CONS – Construcción
MAT – Operación y mantenimiento

3. **Tipo de proyecto:** EDIF (Edificación).

EDIF – Edificación
CARR – Carretera
HSAN – Hidrosanitario
REF – Refacción
TUN – Túnel
PTE – Puente

3.5.3.2 Nomenclatura de carpetas.

Tomará iniciales de la descripción de la carpeta.

Tabla 24. Sistema de clasificación de carpetas.

Carpeta	Nomenclatura
Carpeta principal	EPRI-DIS-EDIF
Documentos del cliente	CLI
Documentos internos	INT
Documentos técnicos	TEC
Información técnica	INF
Trabajo en progreso	TRA
Compartido	COM
Publicado	PUB
Archivado	ARC
Estándares	STA
Modelos BIM	MOD
Documentos	DOC
Plan de ejecución BIM	PEB
Familias	FAM
Plantillas	PLT
Parámetros de materiales	PMA

Fuente: Elaboración propia.

3.5.3.3 Nomenclatura de archivos.

La nomenclatura que se utilizara está conformada de varios campos, pudiendo ser utilizados opcionalmente alguno de ellos. Para la definición de los campos, se realizará respetando los siguientes criterios:

- Los campos deben ser de carácter alfanuméricos, de modo que el primer carácter sea en mayúscula (A-Z; a-z; 0-9).
- No se utilizarán caracteres que puedan generar errores como ser: espacios en blancos, ni puntuación, ni acentos. Serán separados por “-”.
- Se recomienda seguir el orden.

Tabla 25. Nomenclatura de archivos.

Nro.	Campo	Definición	Requerimiento	Longitud
1	Proyecto	Identificador del expediente, contrato o proyecto.	Requerido	2 - 6
2	Creador	Organización creadora del documento.	Requerido	3 - 6

3	Volumen o sistema	Agrupaciones, áreas o tramos representativos en los que se fragmenta el proyecto.	Requerido	2 - 3
4	Nivel o localización	Localización dentro de un Volumen o Sistema.	Requerido	3
5	Tipo de documento	Tipología de documento, entregable o auxiliar.	Requerido	3
6	Disciplina	Ámbito al que se corresponde el documento.	Requerido	2 - 3
7	Descripción	Texto que describe el documento y su contenido.	Opcional	Sin límite
8	Estado	Situación, temporal o definitiva, del documento.	Opcional	2
9	Revisión	Versión del documento.	Opcional	4

Fuente: Elaboración propia basado en Manual de nomenclatura de documentos al utilizar BIM.

Por BuildingSMART, junio, 2021.

A continuación, se muestra un ejemplo de nomenclatura de archivos, donde se detallará cada uno de los campos.

EPRI-	MBIM-	CN-	P01-	M3D-	ARQ-	PlanoGuia-	S0	R000
1	2	3	4	5	6	7	8	9

1. **Proyecto:** EPRI (Edificio Priscila).

2. **Creador:** MBIM (Modelador BIM).

PMBIM – BIM Project Manager
RBIM – Revisor BIM
DTBIM – Director técnico BIM
DGBIM – Director de gestión de diseño
DWORK – Director equipo de trabajo
CBIM – Coordinador BIM
MBIM – Modelador BIM
EARQ – Especialista en Arquitectura
ESTR – Especialista en Estructuras
ESAN – Especialista Sanitario
EELE – Especialista Eléctrico
EMEC – Especialista Mecánico

3. **Volumen o sistema:** CN (Construcción Nueva).

Algunos ejemplos de posibles valores de volumen o sistemas.

ZO1 - Zona 1 / ZO2 - Zona 2
EO1 - Edificio 1 / EO2 - Edificio 2
FC1 - Fase Constructiva 1 / FC2 - Fase Constructiva 2
CN - Construcción Nueva / CE - Construcción Existente
PE - Proyecto Ejecución / PC - Proyecto Construcción
XX/XXX - no aplica o no hay volumen / sistema
YY/YYYY - varios volúmenes / sistemas
ZZ/ZZZ - todos los volúmenes / sistemas

4. Nivel o localización: P01 (Piso 1).

Algunos ejemplos de posibles valores de nivel o localización.

Identificador de nivel sobre rasante: P00, PO1, ...
Identificador de nivel bajo rasante: S01, S02, ...
Identificador de nivel por zonas: Z01, Z02, ...
Identificador de ubicación por tramo: T01, T02, ...
Identificador de no aplica o si no hay definido niveles ni localizaciones: XXX
Identificador de aplica a varios niveles o localizaciones: YYY
Identificador de aplica a todos los niveles o localizaciones: ZZZ

5. Tipo de documento: M3D (Modelo 3D).

Algunos ejemplos de posibles tipos de documento.

Nivel 1	Nivel 2	Tipo de documento
BIM		Building Information Modelling
	M3D	Modelo 3D
	MIP	Modelo de información propietario
	MOP	Modelo de información OpenBIM
	M2D	Modelo de planos
	MFD	Modelo federado
	NPU	Nube de Puntos
	OBM	Objeto BIM
	BEP	Plan de ejecución BIM

6. Disciplina: ARQ (Arquitectura).

Algunos ejemplos de posibles tipos de disciplina.

Nivel 1	Nivel 2	Disciplina	Nivel 1	Nivel 2	Disciplina
ARQ		Arquitectura	GE		Gestión
	ARI	Interiorismo y Decoración		GEA	Gestión Administrativa
	ARM	Mobiliario		GEC	Comunicación y marketing
	ARP	Paisajismo		GEE	Gestión económica
	ARQ	Arquitectura (Genérico)		GEI	Tecnologías de la información
	ARS	Señalética y guiado interiores		GEL	Gestión legal
CAL		Calidad		GER	Supervisión del proyecto
	CAL	Calidad (genérico)		GES	Gestión (genérica)
STR		Estructuras		GET	Planificación técnica
	STR	Estructuras (genérico)	SSO		Seguridad y salud ocupacional
IN		Instalaciones		SSA	Seguridad y salud (genérico)
	ELE	Electricidad		SSP	Instalación de protección y seguridad
	ACA	Agua caliente	XXX		Sin clasificar
	AFR	Agua fría		XXX	Sin clasificar
	ANE	Aguas negras	YYY		Múltiples disciplinas
	AGR	Aguas grises		YYY	Múltiples disciplinas
	ATR	Aguas tratadas	ZZZ		Sin disciplina
	ALL	Aguas lluvias		ZZZ	Sin disciplina
	GAS	Proyecto de Instalación de Gas			
	PCI	Proyecto de Seguridad contra Incendio			
	TEL	Telecomunicaciones			

7. Descripción (opcional): PlanoGuía.

PlanoGuía – Plano guía

XXX – Sin descripción

8. Estado (opcional): S0 (Estado inicial).

Estado	Descripción
Trabajo en curso (WIP)	SO= Estado Inicial asignado a una tarea o documento. Indica que el documento no está preparado para ser compartido fuera del equipo de trabajo
Compartido	S1 = Compartido para coordinación limitado para tareas de coordinación.

	<p>Sirve para avanzar en entregables propios de un área. No ha de ser solo a planos.</p> <p>Sirve para cualquier tipo de documentación</p> <p>S2 = Compartido para información asignado a documentos que han de servir a modo informativo para otras tareas que le sean relevantes. Ej. Fotografías del lugar.</p> <p>S3 = Compartido para revisión y comentarios asignado a documentos que han de ser revisados y comentados por sus receptores, contraponerlos con los requisitos del cliente/proyecto.</p> <p>S4= Compartido para aprobación asignado a documentos que han de ser aprobados por sus destinatarios. El estado subsecuente a este deberá de ser la aceptación del documento verificando que está cumpliendo con los requisitos del adjudicador/proyecto.</p> <p>S5= Compartido para Autorización</p>
Entregado	<p>A1 = Aprobado</p> <p>B1 = Parcialmente aprobado - Aprobado con comentarios</p> <p>C1 = Rechazado asignado por el adjudicatario principal para devolver el contenedor de información ya que no se ajusta a 10 requerido</p>
Publicado	AB = As Built
XXX	XX = Ninguno de los anteriores.

9. Revisión: R00 (Documento inicial).

Aclaraciones a las revisiones. El código de revisión "R000" corresponde al documento inicial. Los códigos de revisión crecerán de forma correlativa con cada revisión.

3.5.3.4 Nomenclatura para familias cargables y de sistemas.

Para la nomenclatura de las familias cargables y de sistemas, todos los campos deben ser llenados, el llenado de cada campo se realizará respetando los siguientes criterios:

- Los campos deben ser de carácter alfanuméricos, de modo que el primer carácter sea en mayúscula (A-Z; a-z; 0-9).
- No se utilizarán caracteres que puedan generar errores como ser: espacios en blancos, ni puntuación, ni acentos. Serán separados por "-".
- Se recomienda seguir el orden.

Tabla 26. Nomenclatura para familias cargables y de sistema.

Nro.	Campo	Definición	Requerimiento	Longitud
1	Disciplina	Ámbito al que se corresponde el documento.	Requerido	2 – 3
2	Categoría	Diferencia el documento de las distintas categorías del proyecto.	Requerido	3 – 4

3	Forma	Define la forma que tendrán los elementos.	Requerido	3 – 4
4	Dimensión	Define las dimensiones de los elementos.	Requerido	Sin límite
5	Material	Indicará el material del que está fabricado el elemento.	Requerido	2 – 4
6	Descripción	Breve descripción del elemento para especificar algo puntual.	Requerido	Sin límite

Fuente: Elaboración propia basado en Manual de nomenclatura de documentos al utilizar BIM.

Por BuildingSMART, junio, 2021.

A continuación, se muestra los campos, donde se detallará cada uno para su correcta elaboración.

DISCIPLINA-	CATEGORÍA-	FORMA-	DIMENSIÓN-	MATERIAL-	DESCRIPCIÓN
1	2	3	4	5	6

1. Disciplina: Dentro las disciplinas se utilizarán las predefinidas en el apartado anterior.

Nivel 1	Nivel 2	Disciplina	Nivel 1	Nivel 2	Disciplina
ARQ		Arquitectura	GE		Gestión
	ARI	Interiorismo y Decoración		GEA	Gestión Administrativa
	ARM	Mobiliario		GEC	Comunicación y marketing
	ARP	Paisajismo		GEE	Gestión económica
	ARQ	Arquitectura (Genérico)		GEI	Tecnologías de la información
	ARS	Señalética y guiado interiores		GEL	Gestión legal
CAL		Calidad		GER	Supervisión del proyecto
	CAL	Calidad (genérico)		GES	Gestión (genérica)
STR		Estructuras		GET	Planificación técnica
	STR	Estructuras (genérico)	SSO		Seguridad y salud ocupacional
IN		Instalaciones		SSA	Seguridad y salud (genérico)
	ELE	Electricidad		SSP	Instalación de protección y seguridad
	ACA	Agua caliente	XXX		Sin clasificar
	AFR	Agua fría		XXX	Sin clasificar
	ANE	Aguas negras	YYY		Múltiples disciplinas
	AGR	Aguas grises		YYY	Múltiples disciplinas
	ATR	Aguas tratadas	ZZZ		Sin disciplina
	ALL	Aguas lluvias		ZZZ	Sin disciplina
	GAS	Proyecto de Instalación de Gas			

	PCI	Proyecto de Seguridad contra Incendio
	TEL	Telecomunicaciones

2. **Categoría:** Dentro las categorías tenemos como base la siguiente lista, misma que podrá ser modificada y se podrán crear más categorías de acuerdo con los requerimientos del proyecto.

Código	Categoría	Tipo
PIL	Pilote	Pilote in situ
		Pilote hincado
ZAP	Zapatatas	Zapatatas aisladas
		Zapata corridas
		Zapata combinada
VIG	Vigas	Viga de fundación
		Viga cortina
		Viga de arriostre
LOS	Losa	Radier
		Llena
		Aligerada en 1 dirección (casetonada)
		Aligerada en 2 direcciones (casetonada)
COL	Columnas	Columnas
ESC	Escalera	Escalera tipo "L"
		Escalera tipo "U"
		Escalera caracol
MUR	Muros	Muro estructural
		Muro arquitectónico
		Muro cortina
VEN	Ventana	Ventana
CUB	Cubierta	Cubierta

3. **Forma:** Dentro las formas podemos escoger las siguientes.

Código	Forma
CUA	Cuadrada
REC	Rectangular
CIR	Circular
SECI	Sección "I"
SECL	Sección "L"
SECT	Sección "T"
XXX	Ninguna Forma

4. Dimensión: La medida de las dimensiones será en centímetros.

Código	Dimensiones
20x20	Base x Ancho = 20 cm x 20 cm
20x40	Base x Alto = 20 cm x 40 cm
D30	Diámetro = 30 cm
R15	Radio = 15 cm
E20	Espesor = 20 cm
XXX	No tiene dimensiones exactas

5. Tipo de material: En los tipos de material podemos escoger las siguientes.

Código	Tipo de material
HA	Hormigón Armado
MAD	Madera
MET	Metal
ACE	Acero
PFB	Prefabricado
PVC	PVC
LAD	Ladrillo
CER	Cerámica
POR	Porcelanato
YES	Yeso
VID	Vidrio
CEM	Cemento

6. Descripción: En la descripción se agregará algún detalle que sea necesario aclararlo para evitar futuros malentendidos, se puede completar con el tipo de elemento que se utilizará. La escritura se realizará junta Iniciando con letra mayúscula cada palabra.

Descripción
Exterior
Interior
Maciza
Nervada
PlantaTipo
FosaAscensor
FundacionSotano5
FinalRampaSotano5
DosBatientes

3.5.4 CÓDIGOS Y COLORES POR DISCIPLINA Y/O SISTEMA.

Tabla 27. Códigos y colores por disciplina.

Disciplina	Sigla	Color	R	G	B
Arquitectura	ARQ		0	0	0
Electricidad	ELE		146	208	80
Agua caliente	ACA		255	50	50
Agua fría	AFR		65	195	255
Aguas negras	ANE		50	65	160
Aguas grises	AGR		125	30	160
Aguas tratadas	ATR		195	25	90
Aguas lluvias	ALL		255	85	35
Proyecto de Instalación de Gas	GAS		255	235	60
Proyecto de Seguridad contra Incendio	PCI		255	20	70

Fuente: BIM Chile, 2021.

3.5.5 SISTEMA DE COORDENADAS, UNIDADES Y TOLERANCIAS.

El sistema de coordenadas, unidades y tolerancia que se definió se encuentra detallado a continuación.

Tabla 28. Sistema de coordenadas, unidades y tolerancia del proyecto.

Sistema de coordenadas	Definición del sistema de coordenadas	UTM, Zona 19 K 593891.00 E 8174048.00 S
	Punto de origen en AutoCAD	0,0,0 (x,y,z)
	Elevaciones y nivel base	Nivel del suelo
Sistema de unidades	Sistema Internacional (SI)	Longitud (m)
		Área (m ²)
		Volumen (m ³)
		Peso (Kg)
Tolerancias	Geométricas	± 5 mm
	Construcción	± 10 mm

Fuente: Elaboración propia.

3.5.6 NIVELES Y EJES DE REFERENCIA.

Los niveles y ejes de referencia que se adoptan son los establecidos en los planos del proyecto, se encuentran detallados en la siguiente tabla, los cuales son los principales del proyecto.

Tabla 29. Niveles de referencia.

Nivel	Piso
Nivel 16	Piso 16
Nivel 9 al 15	Piso 9 al 15
Nivel 4 al 8	Piso 4 al 8
Nivel 3	Piso 3
Nivel 2	Zócalo 2
Nivel 1 (nivel de calle)	Zócalo 1
Nivel – 1	Sótano 1
Nivel – 2	Sótano 2
Nivel – 3	Sótano 3
Nivel – 4	Sótano 4
Nivel – 5	Sótano 5

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 30. Ejes de referencia.

Eje X	Eje Y
Eje A	Eje 1
Eje B	Eje 2
Eje C	Eje 3
Eje D	Eje 4
Eje E	Eje 5
Eje F	Eje 6
Eje G	Eje 7
Eje H	Eje 8
Eje I	Eje 9
Eje J	Eje 10
Eje K	Eje 11

Fuente: Elaboración propia.

3.6 VERIFICACIÓN DE ENTREGABLES.

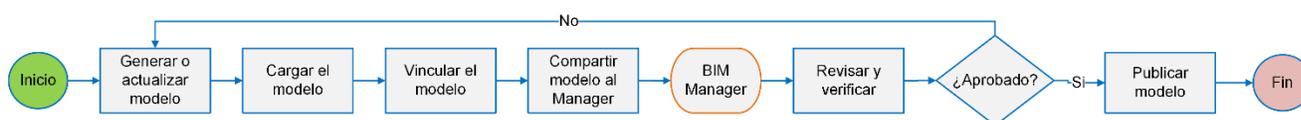
La empresa constructora ECY S.R.L. responsable del proyecto realizará la verificación, control de calidad y coordinación de los diferentes modelos que se elaboren para el proyecto.

3.6.1 CONTROL DE CALIDAD.

El control de calidad es muy importante para el PEB para poder garantizar la efectividad del modelo del proyecto. Dentro de lo que corresponde al control de calidad se deberá considerar los siguientes puntos:

- a. **Alcance de verificación.** – Cada modelo se verificará comparando el detalle proporcionado en los planos de diseño.
- b. **Flujo por verificar.** – Nos ayudara a comprender el orden del proceso que se lleva a cabo por dos encargados, el modelador BIM y el BIM manager. El modelador BIM iniciara el proceso generando un modelo y se encargara de las siguientes actividades: cargar el modelo, vincular el modelo y compartir el modelo; por otro lado, el BIM manager inicia la fase de verificación realizando los siguientes trabajos: revisar que el modelo cumple con todas las especificaciones técnicas, en caso de que no se cumpla o exista una observación se derivara al modelador para su corrección, una vez que el modelo sea aprobado el BIM manager se encargara de publicar la última versión del modelo.

Ilustración 6. Mapa de proceso de verificación de entregables BIM.



Fuente: Elaboración propia.

- c. **Definir estándares y/o protocolos.** – Tener clara la nomenclatura y estándares que todo el equipo debe seguir. Definir el nivel de desarrollo (LOD) del proyecto.
- d. **Plan de revisión y aprobación.** – Definir fechas para el control de revisiones.
- e. **Capacitación al equipo.** – Proporcionar y/o fomentar la formación continua para que el equipo mejore sus habilidades y se mantenga actualizado.
- f. **Uso de plantillas.** – Utilizar plantillas genéricas de la empresa, de igual manera realizar mejoras a las mencionadas.
- g. **Implementar check list de calidad.** – Crear listas para facilitar la verificación de los modelos, incluyendo aspectos técnicos, funcionales, de cumplimiento normativo.
- h. **Comunicación y coordinación.** – Mantener una buena comunicación es la base para que el proyecto salga adelante, para poder cumplir esto, es necesario establecer reuniones generales entre el equipo y utilizar plataformas o métodos para asegurar la coordinación y comunicación.

- i. **Análisis de colisiones.** – Realizar periódicamente análisis de colisiones y asegurar que las soluciones sean correctamente implementadas.
- j. **Auditorías externas.** – Realizar auditorías externas para poder identificar las áreas de mejora.
- k. **Control documental.** – Tener registros de las modificaciones (control de cambios) y actualizaciones del modelo.

3.7 RECURSOS DEL PEB.

3.7.1 RECURSOS HUMANOS.

De acuerdo con el PEB los siguientes roles y responsables son la parte interesada del proyecto con relación a la metodología BIM.

Tabla 31. Recursos Humanos del proyecto.

Rol	Responsable	Responsabilidades
Equipo de Gestión de Proyectos BIM		
BIM Project Manager	Ing. Luis Vargas	<ul style="list-style-type: none"> - Desarrollar y mantener el Plan de Ejecución BIM (BEP), definir objetivos y metas del BIM, y planificar recursos necesarios. - Coordinar actividades BIM entre equipos, supervisar el desarrollo de modelos y asegurar calidad. - Implementar y mantener estándares BIM, realizar revisiones de calidad y asegurar cumplimiento de entregables. - Proveer formación y apoyo técnico continuo, y promover mejores prácticas BIM. - Administrar documentación y datos BIM, asegurar integridad y seguridad de la información. - Monitorear progreso del proyecto, preparar informes de estado BIM, e identificar y resolver problemas. - Promover nuevas tecnologías y técnicas BIM, y actualizar procesos y herramientas para mejorar eficiencia y calidad.
Revisión BIM	Ing. Fernando Burgoa	<ul style="list-style-type: none"> - Examinar los modelos BIM para asegurar que cumplan con los estándares y requisitos del proyecto. - Verificar la precisión y coherencia de los datos y elementos en los modelos BIM. - Identificar y reportar conflictos y errores en los modelos, facilitando su resolución. - Asegurar que los modelos sigan los protocolos y normas establecidas en el Plan de Ejecución BIM (BEP). - Colaborar con los equipos de diseño y construcción para implementar correcciones y mejoras. - Mantener registros detallados de las revisiones y observaciones realizadas a los modelos.

Equipo de Diseño del Proyecto BIM		
Director técnico BIM	Ing. Rodrigo Vásquez	<ul style="list-style-type: none"> - Dirigir y supervisar todas las actividades técnicas relacionadas con la implementación y gestión del BIM. - Coordinar con todos los equipos de diseño y construcción para asegurar que los modelos BIM sean precisos y actualizados. - Desarrollar, implementar y mantener los estándares y protocolos BIM del proyecto. - Proveer capacitación continua y apoyo técnico al equipo para mejorar sus habilidades en el uso de herramientas BIM. - Investigar y promover nuevas tecnologías y metodologías BIM que puedan beneficiar al proyecto. - Identificar y resolver problemas técnicos que puedan surgir durante la implementación del BIM.
Director de la gestión de diseño	Arq. Iveth Pasten	<ul style="list-style-type: none"> - Supervisar la planificación y coordinación del diseño del proyecto para asegurar que se cumplan los objetivos y plazos. - Coordinar con los diferentes equipos de diseño (arquitectura, ingeniería, etc.) para asegurar una colaboración efectiva y una integración fluida de los diseños. - Revisar y aprobar todos los documentos de diseño antes de su emisión para asegurar la calidad y cumplimiento con los requisitos del proyecto. - Facilitar la comunicación entre los distintos equipos de diseño y otras partes interesadas del proyecto. - Administrar las solicitudes de cambio en el diseño y asegurar que todas las modificaciones se integren correctamente en los modelos BIM.
Director de equipo de trabajo	Ing. Mariana Torres	<ul style="list-style-type: none"> - Liderar y gestionar el equipo de trabajo, asegurando un entorno de trabajo productivo y colaborativo. - Planificar, organizar y asignar tareas a los miembros del equipo según sus habilidades y experiencia. - Realizar un seguimiento del progreso del equipo y asegurar que los objetivos y plazos del proyecto se cumplan. - Mantener una comunicación efectiva con los miembros del equipo y otras partes interesadas del proyecto. - Evaluar el desempeño del equipo y proporcionar retroalimentación constructiva para mejorar la eficiencia y productividad. - Identificar y resolver conflictos dentro del equipo para mantener un ambiente de trabajo armonioso.

Coordinador BIM	Arq. Fabian Mendez	<ul style="list-style-type: none"> - Colaborar estrechamente con el Gerente de BIM para implementar las estrategias BIM. - Resolver conflictos de modelado y coordinar las disciplinas involucradas en el proyecto. - Realizar revisiones de calidad de los modelos. - Asistir en la creación y mantenimiento de los estándares de modelado.
Modelador BIM	Ing. Byron Ottichs P.	<ul style="list-style-type: none"> - Crear y desarrollar modelos 3D detallados de acuerdo a los estándares del PEB. - Implementar cambios y actualizaciones en los modelos según las instrucciones del Coordinador BIM. - Asegurar la precisión y completitud de los modelos en su respectiva disciplina (arquitectura, estructura, MEP, etc.).
Cliente	Sr. Gonzalo Montenegro	<ul style="list-style-type: none"> - Definir los objetivos y requisitos BIM del proyecto. - Aprobar el BEP y cualquier actualización relevante. - Proveer retroalimentación sobre el desempeño y la implementación del BIM. - Asegurar que los datos y modelos entregados cumplan con los requisitos para la operación y mantenimiento.

Fuente: Elaboración propia.

3.7.2 RECURSOS MATERIALES.

Contar con buenos recursos materiales nos ayuda a cumplir los objetivos del proyecto de forma eficaz, es en este sentido se los detalla a continuación:

- a. **Hardware.** – Se muestran las características mínimas de los equipos que se utilizaran.

Tabla 32. Detalle de Hardware.

Detalle	
Sistema Operativo:	Microsoft Windows 11 64-bit
Procesador:	Intel i7 12va generación
Memoria:	16 GB RAM
Monitor:	1920 x 1200
Tarjeta de video:	RTX 2050 4 GB
Disco duro:	500 GB

Fuente: Elaboración propia.

- b. **Software.** – Los softwares a utilizar serán en la versión más actualizada.

Tabla 33. Detalle de Software.

Software	Versión	Desarrollador	Formato generado
Revit	2025	Autodesk	.rvt
AutoCAD	2025	Autodesk	.dwg
Navisworks	2025	Autodesk	.nwc

Excel	Microsoft 365	Microsoft	.xlsx
Word	Microsoft 365	Microsoft	.docx
Acrobat Reader	2023	Adobe	.pdf

Fuente: Elaboración propia.

3.8 ESTRATEGIAS.

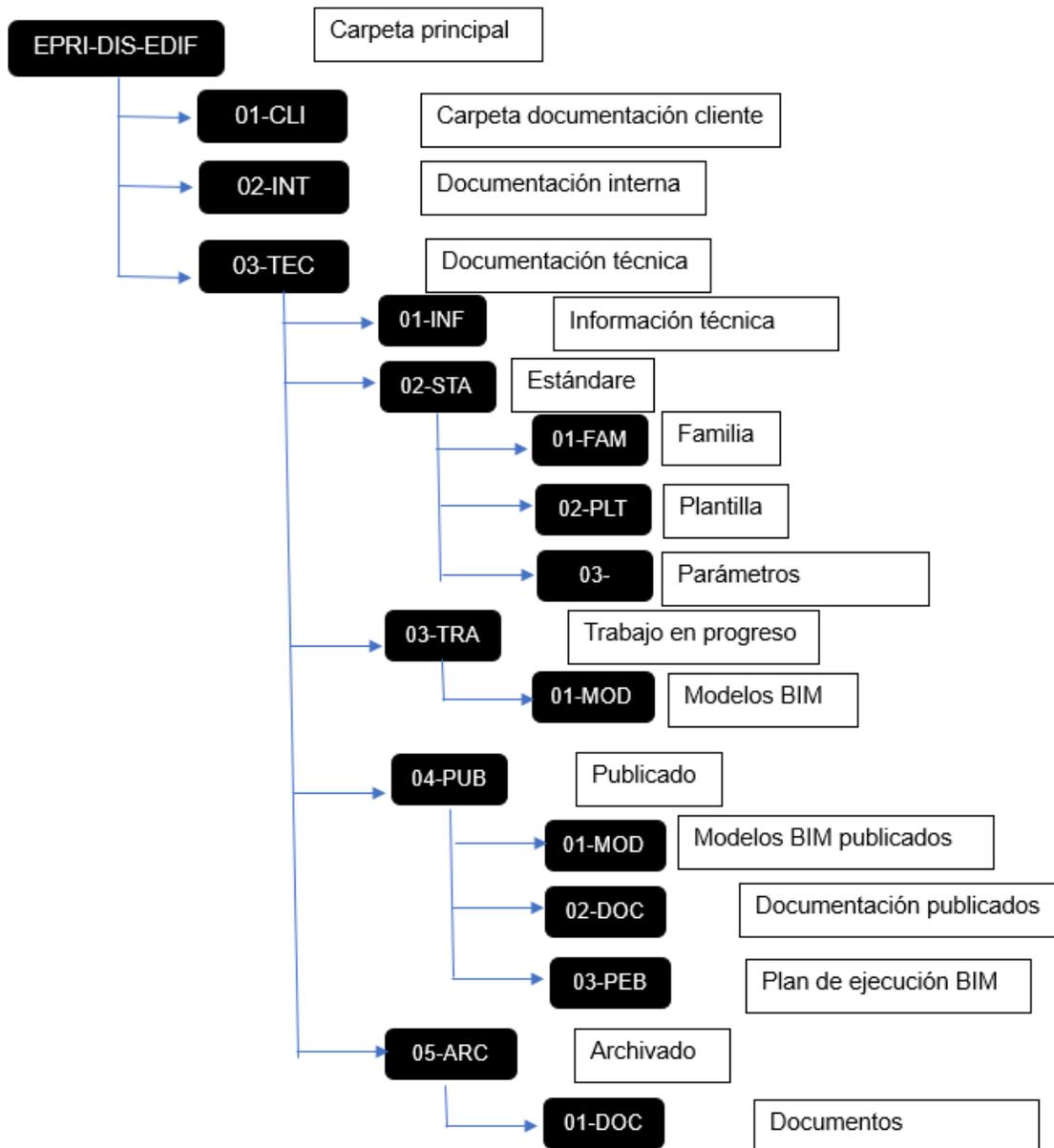
3.8.1 ESTRATEGIA DE GESTIÓN DE DATOS, ESTRUCTURA DE CARPETAS.

Para la gestión de datos del PEB, se realizará siguiendo los siguientes procesos:

- **Traspaso de datos:** Hablamos del traspaso de datos cuando tenemos diferentes modelos y necesitamos información de cada uno, ambos modelos comparten algunos mismos elementos, pero cada uno fue construido de manera distinta. Este proceso tiene la ventaja de atomizar las cargas de construcción del modelo y especialidades del edificio y cuenta con la desventaja de la descoordinación por intentar reunir una información consolidada de distintas fuentes duplicadas.
- **Interoperabilidad de Datos:** En este proceso también hay un traspaso de datos, pero la diferencia está en que se tiene en cuenta que esos datos deben tener significado en cualquier medio en el que se visualicen, por eso es muy importante un estándar que sea universal durante el desarrollo y construcción del proyecto.
- **Federación de Datos:** En la federación de datos es cuando tenemos diferentes modelos que juntos al unirse al link forman un modelo federado, esto tiene la gran ventaja de tener un proceso atomizado pero estandarizado en donde cada parte especialista ofrece lo mejor de sí al modelo total y tiene la desventaja de seguir ignorando las otras partes del edificio que no están contempladas en su sector, dando como resultado descoordinación y un proceso de gestión de proyectos más complejo.
- **Integración de Datos:** En el caso de la integración de datos, es cuando partimos de un modelo central que tiene los modelos interdisciplinarios integrados y cada participante da lo mejor de sí al modelo central, pero además obtiene la información que interfiere con su funcionamiento. Tiene la gran ventaja de ayudar a optimizar los proyectos y procesos en tiempo y calidad, y la desventaja de que para llevarse a cabo se necesita un estándar BIM altamente establecido, una actitud colaborativa y una excelente coordinación.
- **Conclusión:** Pensando en cada uno de los procesos anteriormente mencionados, es claro que para llegar al punto cuatro son necesarios los puntos anteriores a este y para el punto tres es necesario desarrollar los puntos dos y uno y así de la misma forma que para usar el punto dos es necesario el punto uno, es decir funcionan como fases de la

uno a la cuatro, pero que cuando ya se tiene una madurez suficiente para usar cualquiera, lo que establecerá el uso de un proceso de gestión de datos sobre otro es el para qué voy a usar esos datos.

Ilustración 7. Estructura de carpetas.



Fuente: Elaboración propia.

3.8.2 ESTRATEGIAS DE COMUNICACIÓN.

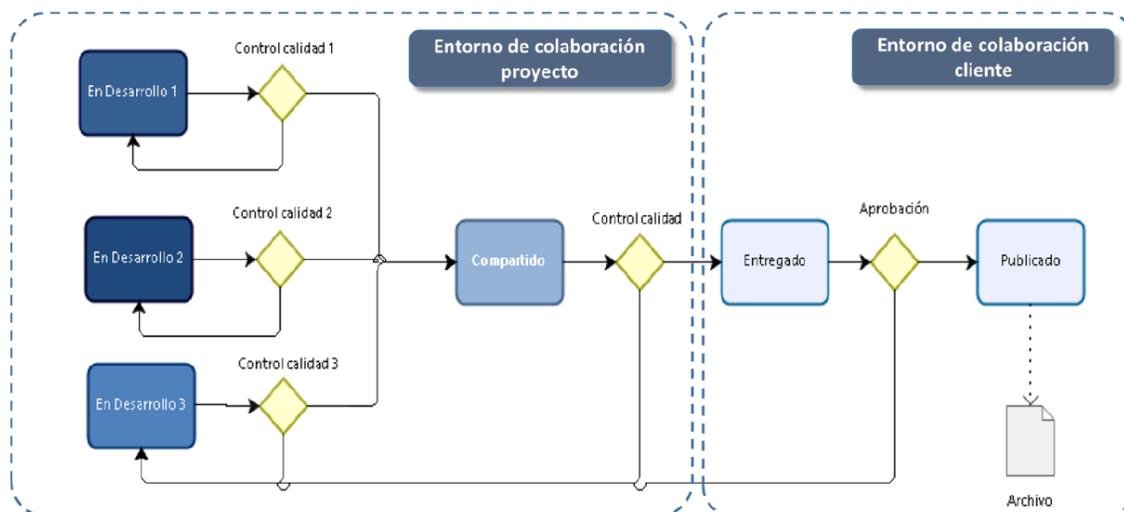
A continuación, se definen los pasos y requisitos para la colaboración y coordinación de proyectos:

- a. **Comunicación.** – El BIM Manager comunicará y programará las reuniones semanales de colaboración y coordinación.
 - Para la colaboración en conferencias en línea se utilizará Microsoft Teams.
 - La agenda de la reunión se enviará a todo el equipo con un día de anticipación.
 - La agenda de las reuniones está identificada en su respectivo Plan de Reuniones, la intención es revisar el avance físico con el cronograma a fin de tener elementos de acción, cambios / actualizaciones de diseño y cumplimiento de modelos.
- b. **Actualizaciones del modelo.** – Cualquier actualización del modelo debe comunicarse a todo el equipo. Este elemento será destacado para su discusión en la reunión semanal.
 - El BIM Manager es quien designará los grupos de trabajo para cada alternativa, quienes trabajarán en conjuntos y presentarán sus actualizaciones de modelos
 - El Coordinador proporcionará una matriz con los criterios de evaluación de la alternativa basada en las cantidades, así como la funcionalidad/comfort/seguridad en el diseño.
 - El Coordinador establecerá con los equipos, el proceso y el procedimiento para emitir cualquier actualización incluyendo formas por escrito, que comunican las actualizaciones.
- c. **Comunicación electrónica, caída de datos, gestión de documentos, almacenamiento y seguridad.** – Dentro de este punto podemos considerar que:
 - Todos los archivos de trabajo, generados por cada miembro del equipo se subirán a la plataforma definida como entorno común de datos CDE (Común Data Environment).
 - Las tareas serán asignadas mediante la aplicación Trello, definiendo responsable, y fecha de entrega.
 - Los archivos se transmitirán mediante Slack, configurado por el BIM Manager. Cualquier distribución de estos archivos será coordinada y ejecutada por los integrantes del grupo.
 - No se almacenarán modelos BIM u otros archivos de dibujo electrónicos en CD o discos duros portátiles.

3.8.2.1 Estrategia de colaboración.

Los procesos dentro del entorno común de datos CDE definen la relación entre agentes, estatus, procedimientos de verificación y aprobación de la información. El esquema propuesto es el siguiente:

Ilustración 8. Estrategia de colaboración.



Fuente: Tomado de Guía elaboración BIM España (s.f.).

Tomando en cuenta los siguientes estados:

- a. **En progreso o desarrollo.** – Son los modelos o documentos en desarrollo, realizados por disciplinas. Versiones no verificadas sometidas a un proceso de control de calidad como paso previo al siguiente estado.
- b. **Compartido.** – Información que ya ha superado el control de calidad previo, verificada e integrada y disponible para todo el equipo de proyecto.
- c. **Entregado.** – Información disponible para la dirección de proyecto y accesible para todos los agentes que intervienen en el proyecto.
- d. **Publicado.** – Información ya aprobada, supervisada por el cliente, accesible a todos los agentes.

Los procesos de evolución, verificación y aprobación de la información se describen a continuación:

- a. **Coordinación.** – Proceso por el cual se verifica la información producida por las diferentes disciplinas tras un control de calidad, integrándola en modelos de coordinación. Produce información compartida para todo el equipo de proyecto.
- b. **Entrega.** – Proceso por el cual la información pasa a disposición del cliente (dirección del proyecto).
- c. **Aprobación.** – Proceso por el cual la información obtiene el visto bueno del cliente tras un proceso de supervisión externa y comprende la firma digital de la documentación que

legalmente lo requiera. Una vez superada la aprobación, la información publicada está disponible para su archivo y transmisión a la siguiente fase del ciclo de vida.

- **Archivo.** – El archivo de la documentación aprobada o publicada se realiza para registrar la documentación final del contrato a efectos legales o de responsabilidad.

3.8.2.2 Estrategia de reportes.

Los reportes son esenciales para poder asegurar que toda la información necesaria sea recopilada, de igual manera se pueda distribuir y analizar de manera eficiente durante el ciclo de vida del proyecto.

Tabla 34. Estrategia de reportes.

Tipo de reunión	Objetivo	Canal	Idioma	Frecuencia	Responsable del informe	Receptor del informe
Control de avance	Actualización del estado de los trabajos según PEB	Email	Español	Mensual	BIM Manager	Director del Proyecto
Verificación de entregables	Documentar los resultados de la verificación de entregables BIM	Entorno colaborativo	Español	Quincenal	Equipo de Verificación	BIM Manager

Fuente: Elaboración propia.

3.8.2.3 Estrategia de reuniones.

Identificar el tipo de reunión permitirá asegurar la comunicación efectiva, la toma de decisiones y coordinación durante el desarrollo del proyecto.

Tabla 35. Estrategia de reuniones.

Tipo de reunión	Objetivo	Canal	Idioma	Frecuencia	Coordinador de la reunión	Asistentes requeridos
Inicio de proyecto	Definir objetivos para el proyecto	Presencial	Español	Mensual	BIM Manager	Todo el equipo
Informativa	Poner en conocimiento	Videoconferencia	Español	Quincenal	Director del Proyecto	Responsables de área

	el estado del proyecto					
Formativa	Capacitar al personal	Hibrido	Español	A requerimiento	Coordinador BIM	Modeladores BIM
Seguimiento						
Otras						

Fuente: Elaboración propia.

3.9 PROCESOS BIM.

Se entiende por proceso como el conjunto de actividades interrelacionadas, que al ser realizadas se obtiene un resultado que puede ser un producto o servicio. Cada proceso se puede caracterizar por las entradas que tiene, las técnicas que aplican para poder obtener una salida.

En la siguiente tabla se muestra los procesos BIM del proyecto.

Tabla 36. Procesos BIM del proyecto.

Nombre y descripción	Ejecutor	Software	Entradas	Salidas
Modelar arquitectura	Modelador BIM	REVIT	Archivo .dwg	Modelado .rvt
Modelar estructura	Modelador BIM	REVIT	Archivo .dwg	Modelado .rvt
Verificar modelos	Revisor BIM	REVIT	Archivo .rvt	Informe .docx
Obtener cómputos	Modelador BIM	REVIT	Archivo .rvt	Archivo .rvt Archivo .xlsx
Obtener planos	Modelador BIM	REVIT	Archivo .rvt	Planos .dwg Archivo .pdf

Fuente: Elaboración propia.

3.9.1 PROCESOS DE GENERACIÓN DE MODELOS BIM Y DERIVADOS.

Este proceso es uno de los procesos más importantes para la generación de modelos y derivados. Este proceso está alineado con el apartado de entregables BIM.

Tabla 37. Procesos de generación de modelos.

Nombre y descripción	Ejecutor	Software	Entradas	Salidas
Planos arquitectura	Arquitecto	AutoCAD	Archivo .dwg	Planos .dwg

Planos estructurales	Arquitecto	AutoCAD	Archivo .dwg	Planos .dwg
Cómputos métricos	Encargado de presupuesto	Microsoft Excel	Archivo .dwg	Archivo .xlsx
Modelar arquitectura	Modelador BIM	REVIT	Archivo .dwg	Modelado .rvt
Modelar estructura	Modelador BIM	REVIT	Archivo .dwg	Modelado .rvt
Video render	Modelador BIM	REVIT	Archivo .dwg	Video Mp4

Fuente: Elaboración propia.

3.9.2 PROCESOS DE VERIFICACIÓN DE MODELOS BIM Y DERIVADOS.

En este proceso se realiza el control de calidad de los modelos BIM de acuerdo con los requisitos del cliente.

Tabla 38. Procesos de verificación.

Nombre y descripción	Ejecutor	Software	Entradas	Salidas
Verificar planos base	Revisor BIM	AutoCAD	Archivo .dwg	Informe.docx
Verificar modelos	Revisor BIM	REVIT	Archivo .rvt	Informe.docx
Cómputos métricos	Revisor BIM	Microsoft Excel AutoCAD	Archivo .xlsx Archivo .dwg	Informe.docx

Fuente: Elaboración propia.

3.9.3 PROCESOS DE GESTIÓN DE CAMBIOS EN EL MODELO BIM.

Contar con una gestión de cambios en el modelo BIM permite tener una trazabilidad de todo lo que ocurre en el proyecto. En los informes de control de cambio se debe justificar el motivo por el cual se realizaron los cambios, esto debe ser revisado y aprobado por el revisor BIM.

Tabla 39. Proceso de gestión de cambios de modelos BIM.

Nombre y descripción	Ejecutor	Software	Entradas	Salidas
Rediseñar modelo de arquitectura	Modelador BIM	REVIT	Archivo .dwg	Archivo .rvt Informe .docx
Rediseñar modelo estructura	Modelador BIM	REVIT	Archivo .dwg	Archivo .rvt Informe .docx

Fuente: Elaboración propia.

3.9.4 PROCESOS DE INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN BIM ENTRE AGENTES.

El intercambio de información se realizará entre los agentes implicados en el desarrollo de los entregables.

Tabla 40. Procesos de intercambio de información.

Nombre y descripción	Ejecutor	Software	Entradas	Salidas
Intercambiar información	Coordinador BIM	Google Drive	Varios	Varios

Fuente: Elaboración propia.

3.9.5 PROCESOS DE ENTREGA AL CLIENTE.

Los procesos de entrega al cliente es uno de los más sobresalientes con relación a la entrega de entregables BIM. En este proceso es donde se refleja el servicio que brinda la empresa.

Tabla 41. Proceso de entrega al cliente.

Nombre y descripción	Ejecutor	Software	Entradas	Salidas
Entregar documentación PEB	BIM Manager	Digital y físico	Archivo .docx Archivo .pdf	Informe PEB .pdf
Entregar documentación de modelado	BIM Manager	Digital y físico	Archivo .rvt Archivo .dwg	Modelado .rvt
Entregar documentación de planos	BIM Manager	Digital y físico	Archivo .rvt Archivo .dwg	Planos .dwg
Entregar documentación de informes	BIM Manager	Digital y físico	Archivo .rvt Archivo .dwg	Informes .pdf
Entregar documentación Cómputos métricos	BIM Manager	Digital y físico	Archivo .rvt Archivo .dwg	Cómputos .pdf
Entregar documentación Presupuesto	BIM Manager	Digital y físico	Archivo .rvt Archivo .dwg	Presupuesto .pdf

Entregar documentación de render	BIM Manager	Digital y físico	Archivo .rvt	Video Mp4
----------------------------------	-------------	------------------	--------------	-----------

Fuente: Elaboración propia.

3.9.6 PROCESOS PARA CADA UNO DE LOS USOS BIM ESPECIFICADOS.

En este apartado se detalla los procesos para cada uno de los usos BIM.

Tabla 42. Proceso de usos BIM.

Nombre y descripción	Ejecutor	Software	Entradas	Salidas
Levantar condiciones existentes	Coordinador BIM	Varios	Archivo.dwg y otros	Archivo.dwg y otros
Analizar ubicación	Modelador BIM	REVIT, ARCGIS	Archivo.dwg	Archivo.shx
Realizar coordinación 3D	Coordinador BIM	REVIT NAVISWORKS	Archivo.rvt Project.mpp	Archivo.nwc
Revisar el diseño	BIM Manager	REVIT	Archivo.rvt	Archivo.rvt, Archivo.xls
Validar normativa	BIM Manager	Varios	Archivo.rvt y varios	Archivo.rvt y varios
Estimar cantidades	Modelador BIM	REVIT	Archivo.rvt	Archivo.rvt, Archivo.xls

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO 4. MODELO 3D.

El modelado 3D se realizó con el software Autodesk Revit 2025, de igual manera se utilizó planos arquitectónicos y estructurales en 2D en archivo CAD, misma que fue proporcionada por la empresa constructora.

4.1 NIVELES DEL PROYECTO.

Para iniciar el proyecto se definieron los niveles del proyecto, mismo que cuenta con 18 niveles del edificio, entre sótanos, zócalos y torre tipo. Donde la cota más baja con relación al nivel de la calle es de -16.25 m. y la cota más alta será de 48.05 m.

Ilustración 9. Niveles del proyecto.



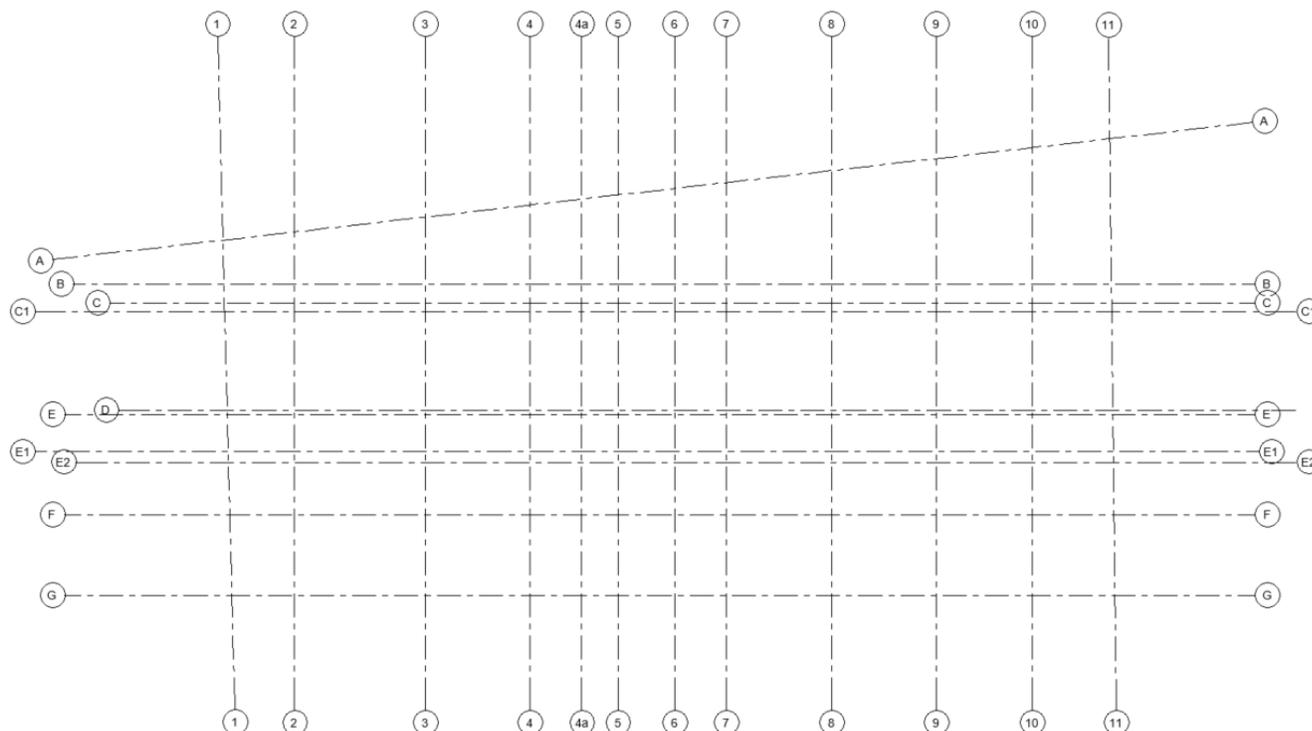
Fuente: Elaboración propia.

4.2 EJES Y REJILLAS DEL PROYECTO.

Para iniciar los trabajos es importante vincular los archivos de los planos de AutoCAD a Revit y definir el punto cero para poder trabajar de una forma precisa. Para los ejes y rejillas del proyecto se respetaron los que ya estaban considerados en los planos arquitectónicos y estructurales. En

el caso del proyecto se utilizaron rejillas adicionales que no logran cruzar todo el plano, esto debido a la forma irregular del edificio.

Ilustración 10. Ejes y rejillas del proyecto.



Fuente: Elaboración propia.

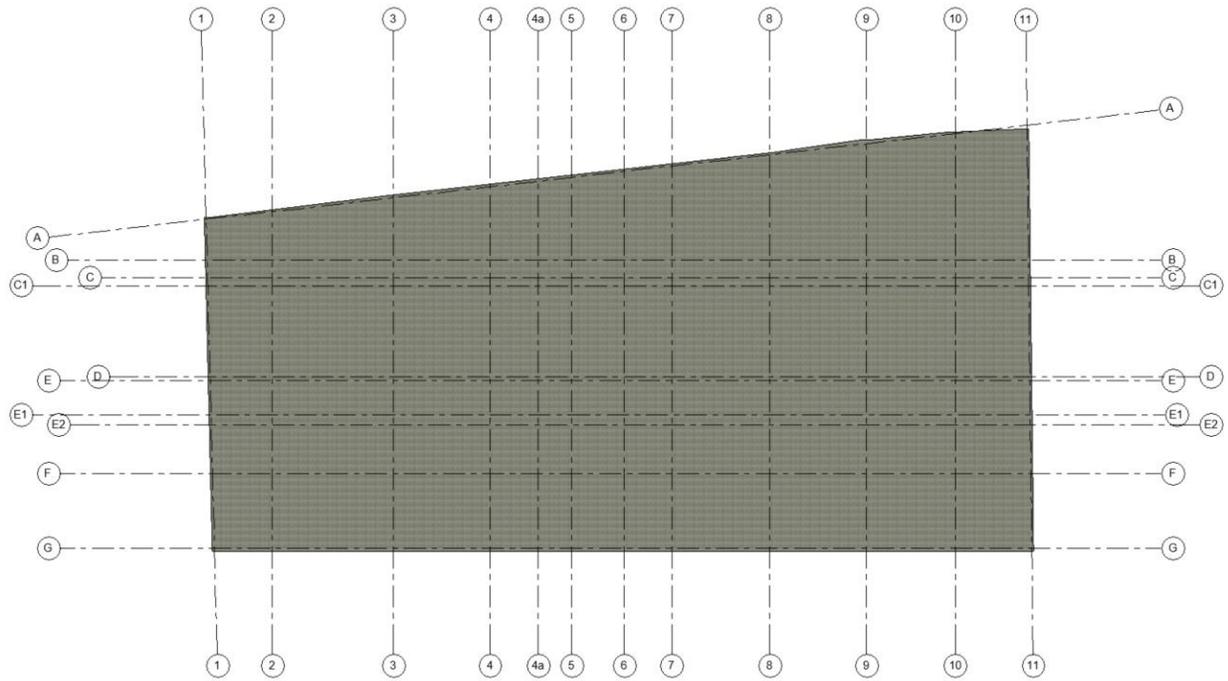
4.3 MODELADO DE CIMENTACIÓN.

Al contar con un edificio de 16 pisos y 5 sótanos, las cimentaciones son un factor importante al momento de realizar el modelado. Las cimentaciones del proyecto están conformadas por una losa Radier de 0.50 m. de altura, de igual manera contara con vigas encadenadas de 0.50 m x 1.40 m que se unirán con las columnas.

Para cualquier tipo de estructura que se realice, se duplicara el tipo de elemento, esto se realiza desde el botón “Editar Tipo”. Una vez realizado este proceso, se realiza la ubicación de la losa Radier, de igual manera se realizará la ubicación de las vigas.

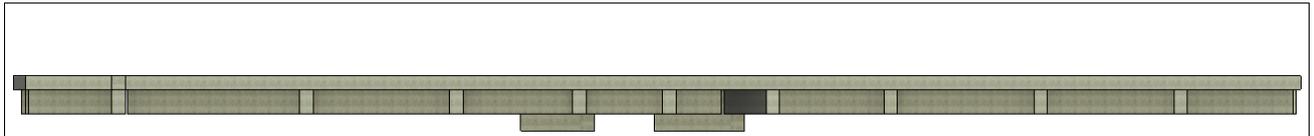
Cada tipo de estructura que sea creado deberá ir con la nomenclatura definida en el apartado de Plan de Ejecución BIM – PEB.

Ilustración 11. Modelado de losa Radier, vista en planta, sótano 5.



Fuente: Elaboración propia.

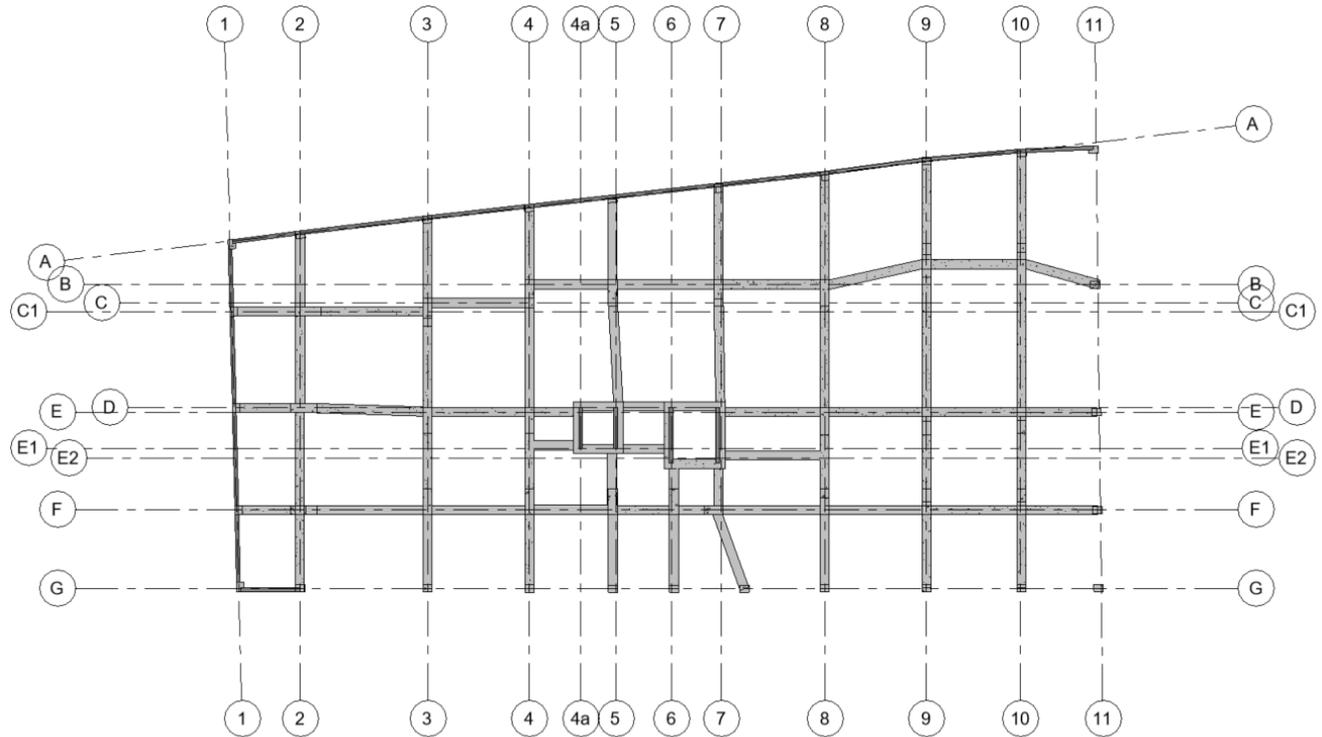
Ilustración 12. Modelado de losa Radier, vista en frontal, sótano 5.



Fuente: Elaboración propia.

Las cimentaciones del proyecto estarán empotradas a muros estructurales, los cuales proteger en el eje A y 1. Estos muros subirán hasta el piso 1, esto con el fin de dar estabilidad a las estructuras de las construcciones vecinales.

Ilustración 13. Modelado de columnas, vigas y muros, vista en planta, sótano 5.

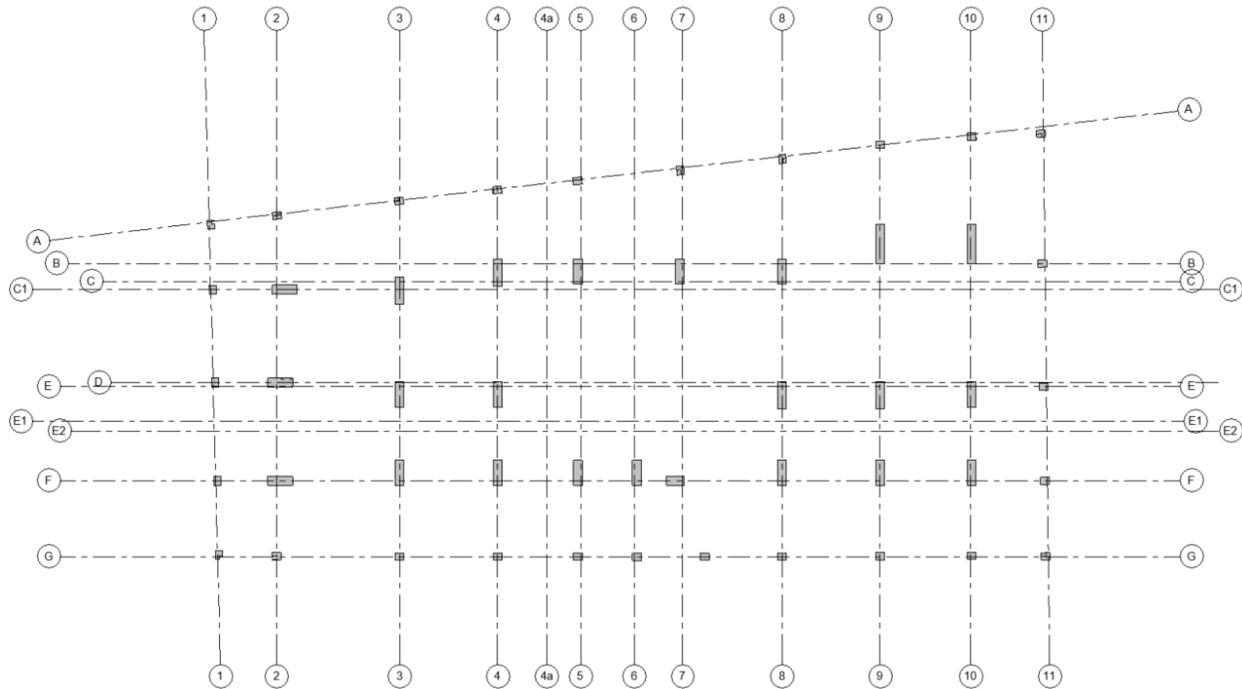


Fuente: Elaboración propia.

4.4 MODELADO DE COLUMNAS.

Para el modelado de las columnas, se iniciará creando los diferentes tipos de columnas que se tienen definidos en el proyecto y se encuentran detallados en el apartado 3.2. Información del proyecto. Esto se realizará duplicando las columnas y posteriormente editando las características de cada una, en el modelado del proyecto se mantuvo como referencia el eje “x, y” para la creación de los diferentes tipos de columnas. Una vez colocadas las columnas se deben alinear de acuerdo con los ejes de los planos definidos.

Ilustración 14. Modelado de columnas, vista en planta, sótano 5.



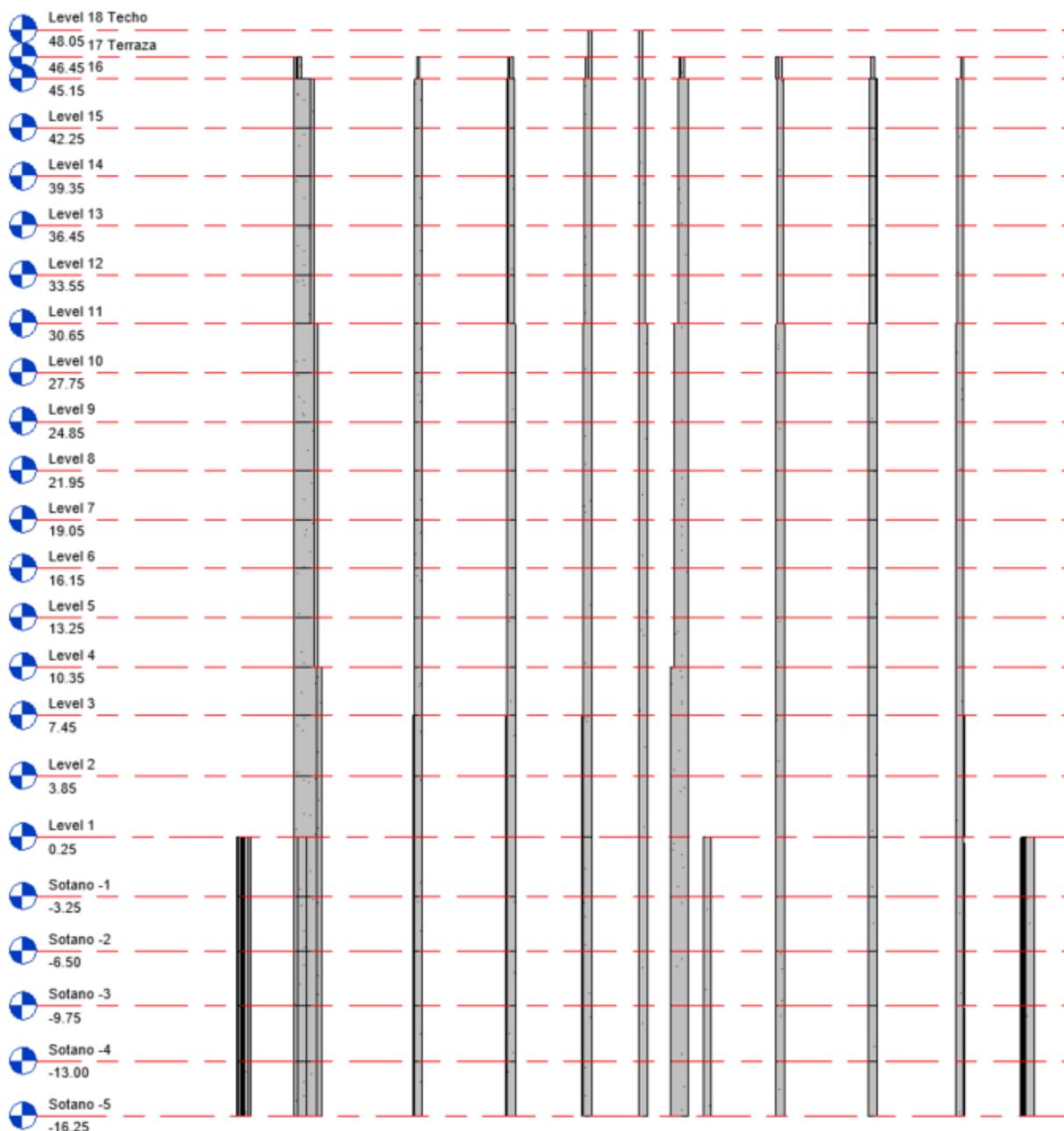
Fuente: Elaboración propia.

En el proyecto existirá la reducción de columnas, en este sentido el correcto modelado de las columnas será por piso y así obtener una mejor cuantificación de materiales, el cual va a influir en los costos del proyecto.

Columnas	Pisos
Columnas iniciales	Sótano 5 a Piso 4
Columnas – 1era reducción	Piso 5 a Piso 11
Columnas – 2da reducción	Piso 12 a 16

Como se mencionó anteriormente, en la siguiente ilustración se puede observar la reducción de columnas que existe en el proyecto y que fueron considerados en el modelado.

Ilustración 15. Modelado de columnas, vista sur.



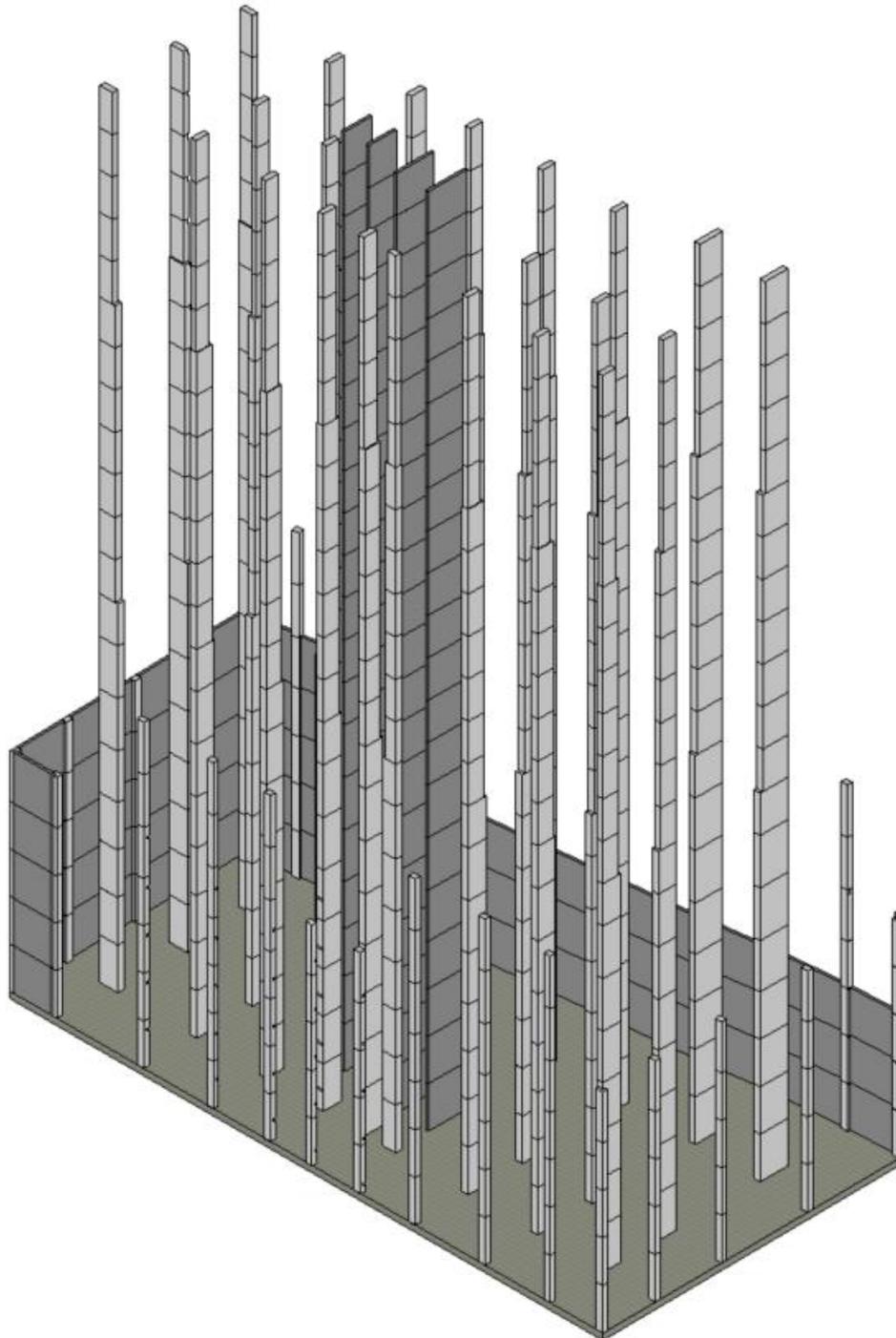
Fuente: Elaboración propia.

4.5 MODELADO DE MUROS ESTRUCTURALES.

Como se mencionó anteriormente, los muros estructurales estarán empotrados a la losa Radier, una parte de los mencionados dará estabilidad a las estructuras de las construcciones vecinales.

También se cuenta con muros estructurales que servirán para la caja del ascensor, los cuales están conectados desde el sótano 5, hasta el último piso.

Ilustración 16. Modelado de muros estructurales, vista 3D.



Fuente: Elaboración propia.

4.6 MODELADO DE VIGAS.

Inicialmente se crearon los diferentes tipos de vigas que existen en el proyecto, en el caso de las vigas se debe tener cuidado con la alineación a las líneas del plano, el no realizar esto va a generar errores que más adelante serán complicados de resolver.

El proyecto fue diseñado con vigas planas, las cuales se pierden con la losa debido a que tienen la misma altura. El proyecto también tiene vigas en sección tipo "T", sin embargo, es una cantidad reducida.

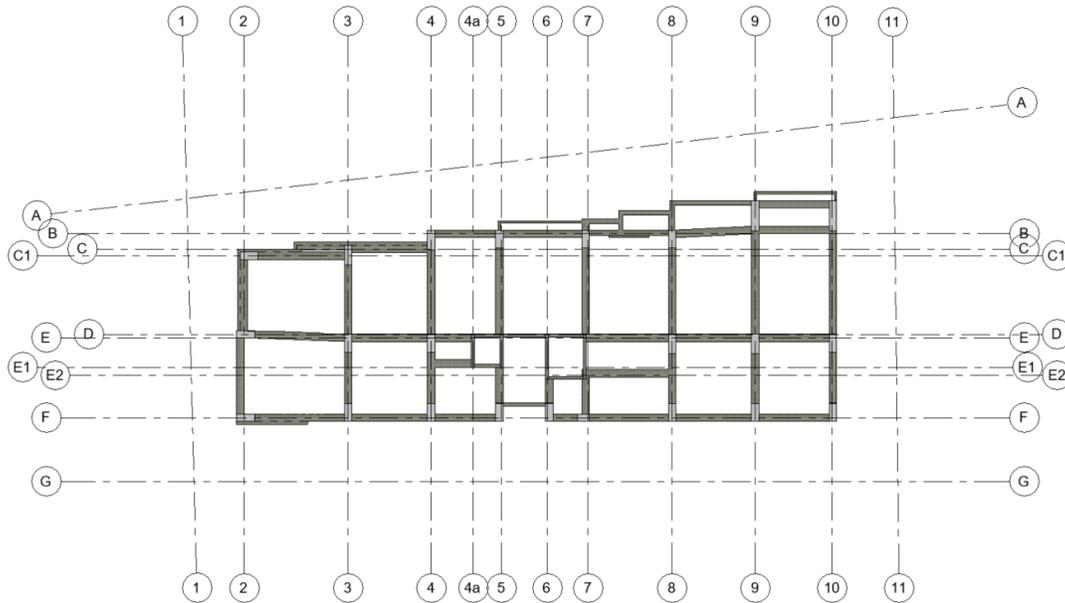
Ilustración 17. Modelado de vigas, vista en planta, piso 1.



Fuente: Elaboración propia.

Como se observa, en el caso de que exista reducción de columnas, se debe verificar la correcta unión de las vigas como es el caso de los pisos 5 al 11.

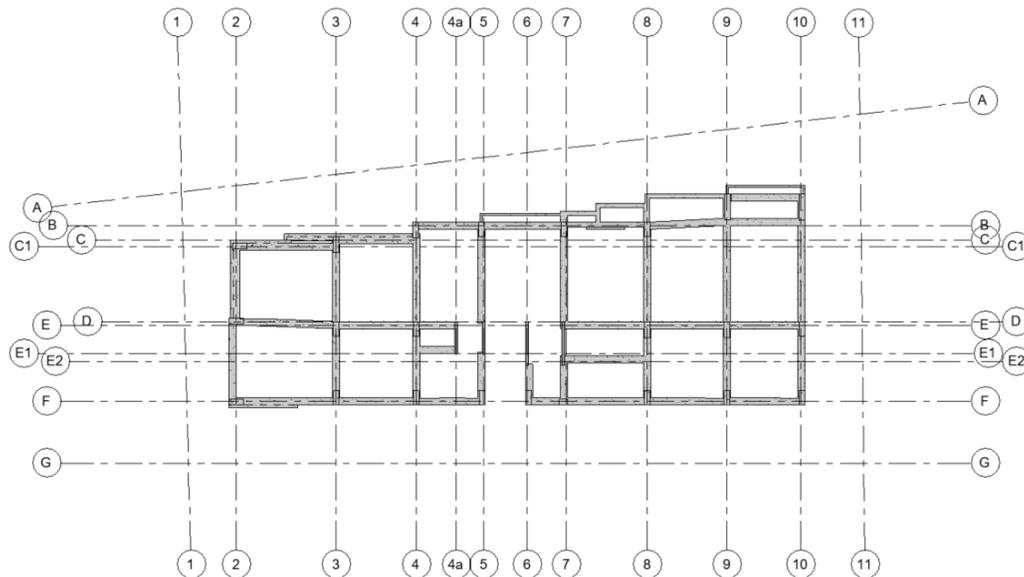
Ilustración 18. Modelado de vigas, vista en planta, piso 5 – 11.



Fuente: Elaboración propia.

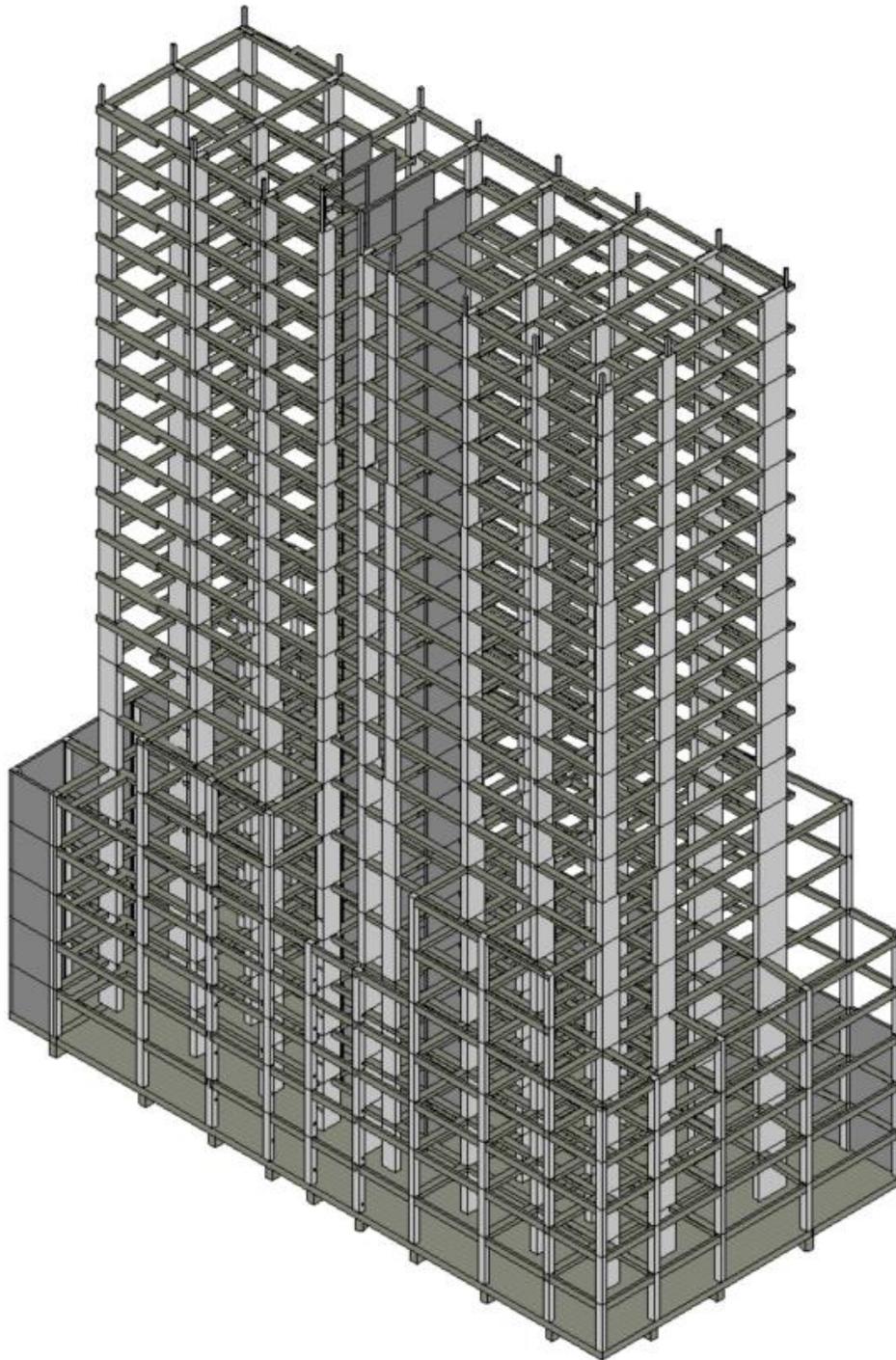
De igual manera se verifico la correcta conexión de las vigas en los pisos 12 al 16 por la segunda reducción de columnas.

Ilustración 19. Modelado de vigas, vista en planta, piso 12 – 16.



Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 20. Modelado de vigas, vista 3D.

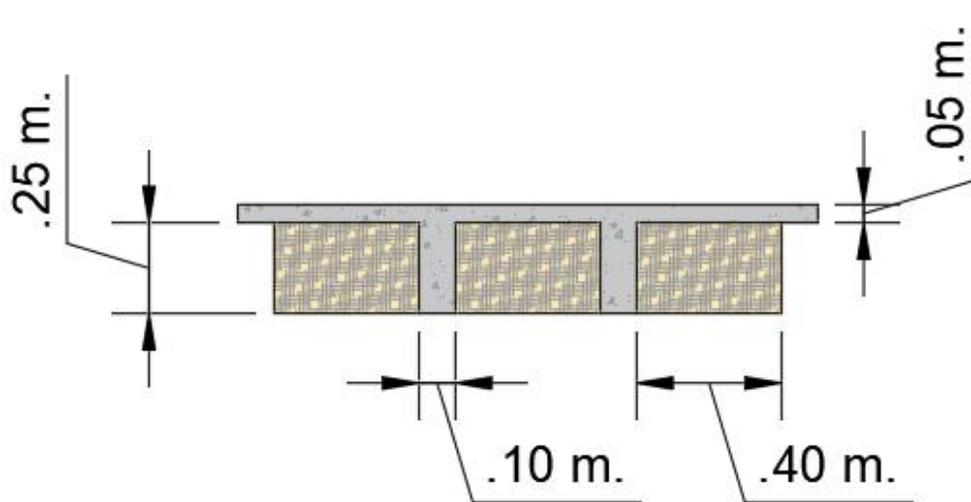


Fuente: Elaboración propia.

4.7 MODELADO DE LOSAS Y ÁBACOS.

El proyecto presenta losas aligeradas en dos direcciones, con una altura de 0.30 m., casetones de 0.40 m. x 0.25 m y nervios de 0.10 m. El detalle se observa en a continuación.

Ilustración 21. Sección losa aligerada en 2 direcciones.



Fuente: Elaboración propia.

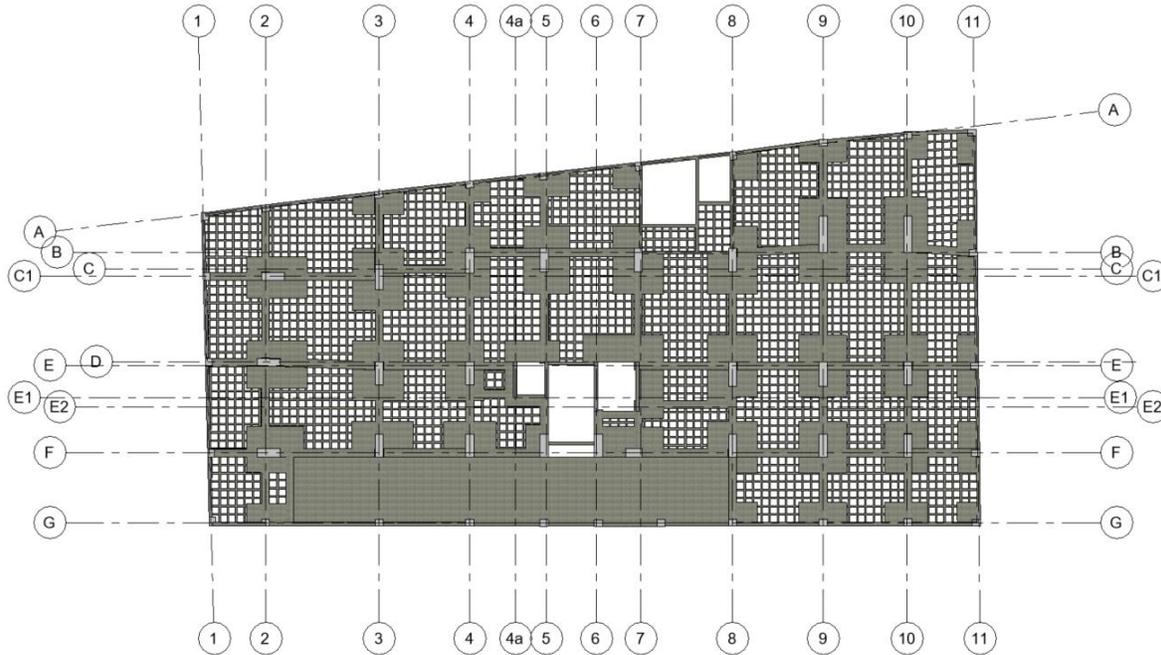
De igual manera también se cuenta con ábacos que fueron modelados como losas macizas de 0.30 m. de altura.

Para el modelado de losas y ábacos se lo realizara desde la pestaña de estructuras y como suelo, el cual fue duplicado y modificada de acuerdo con las características del proyecto. Luego se procederá a copiar las losas y ábacos por piso, una forma cómoda de copiar es utilizando la opción de “filtro”, la cual se habilita una vez seleccionando los elementos.

Al tener ábacos en el proyecto, se creó una losa de compresión de 0.05 m. de altura, con el cual se pudo completar el relleno de la losa aligerada en dos direcciones.

A continuación, se observa las losas y ábacos que fueron modelados en el proyecto.

Ilustración 22. Modelado de ábacos, vista en planta, piso 1.



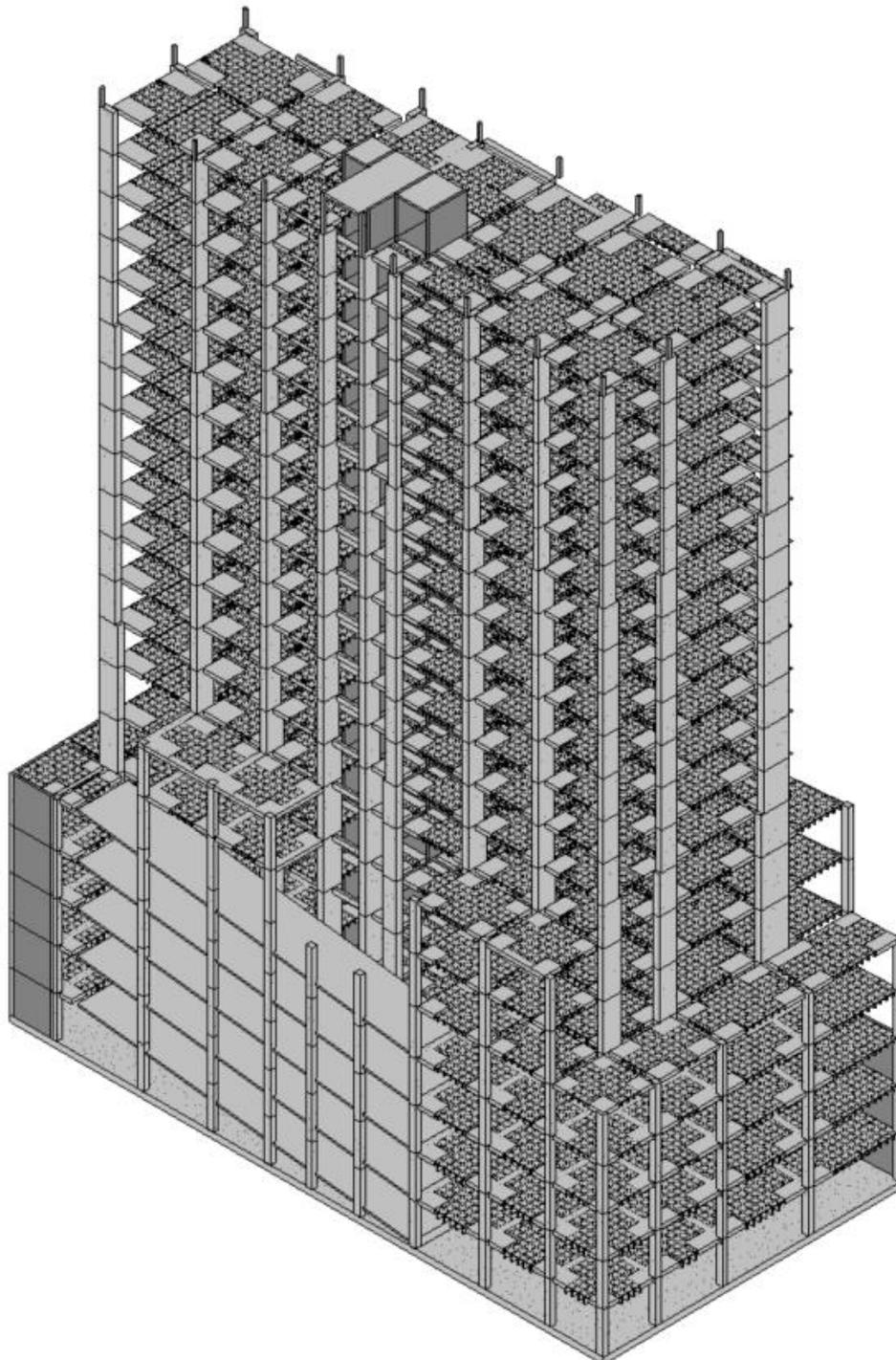
Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 23. Modelado de losa aligerada en 2 direcciones, vista en planta, piso 1.



Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 24. Modelado 3D de losas y ábacos.

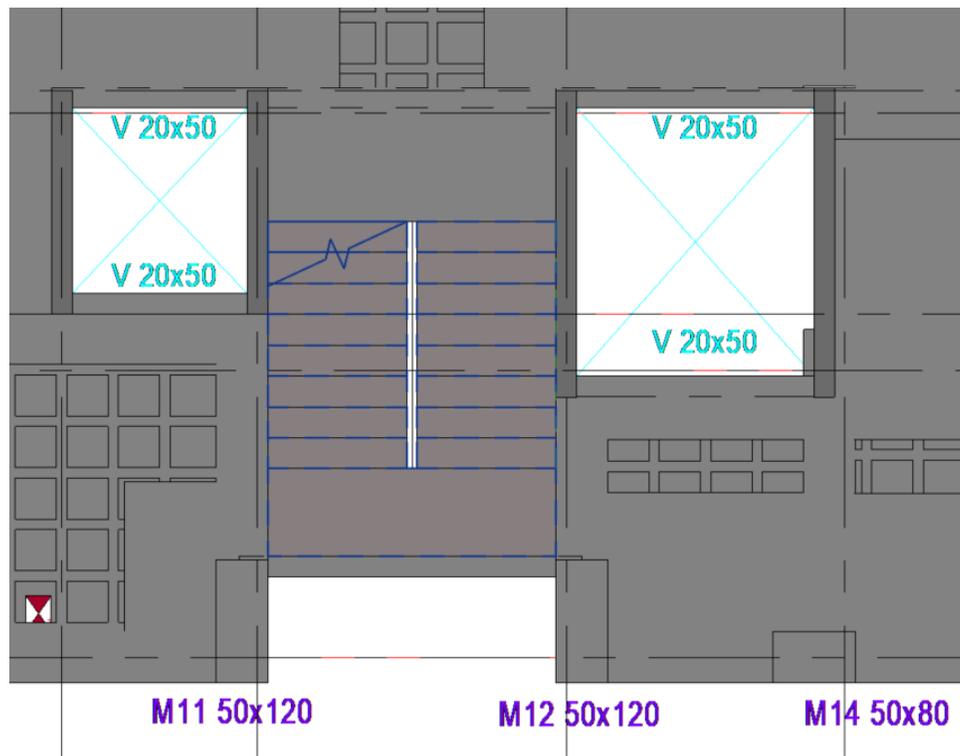


Fuente: Elaboración propia.

4.8 MODELADO DE ESCALERAS.

Las escaleras pueden ser algo complejo de modelar, esto dependerá del diseño arquitectónico que se tenga y de las normas que exijan en cada país. Se modelo escaleras de tipo monolítica con una huella de 0.30 metros y contrahuella de 0.18 metros, también tiene un descanso intermedio. El diseño del edificio tiene escaleras desde el sótano 5 hasta el piso 15, como se muestra a en la siguiente ilustración.

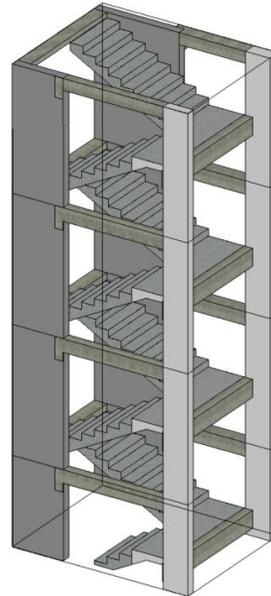
Ilustración 25. Escaleras del sótano 5 al piso 15, vista en planta.



Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente imagen se observa como conectan las gradas al descanso con una viga que se encuentra entre los muros de los ascensores.

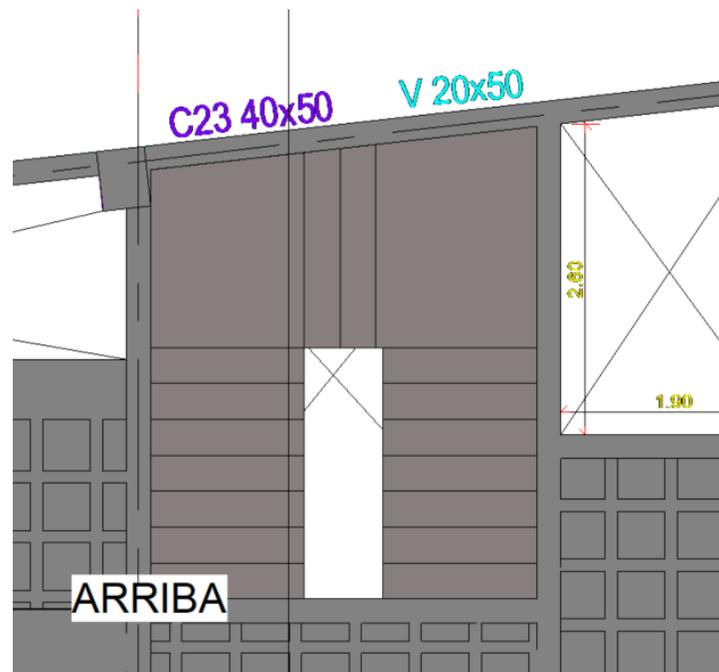
Ilustración 26. Vista 3D de escaleras del sótano 5 al piso 15.



Fuente: Elaboración propia.

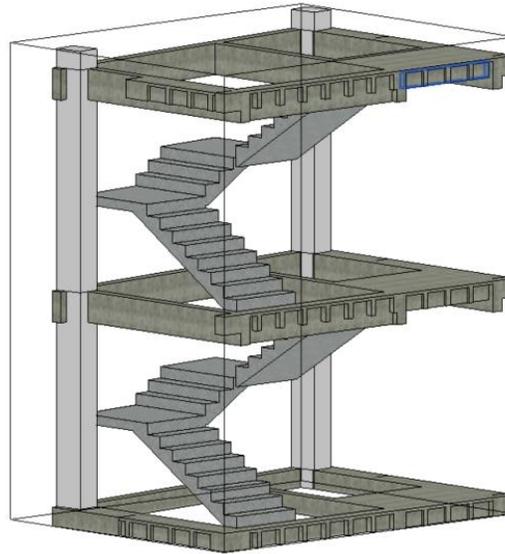
De igual manera se cuenta con escaleras desde el sótano 1 hasta el zócalo 2, mismo que servirá para el traslado de pacientes hacia los consultorios.

Ilustración 27. Escaleras del sótano 1 al piso 2, vista en planta.



Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 28. Vista 3D de escaleras del sótano 1 al piso 2.



Fuente: Elaboración propia.

4.9 MODELADO DE MUROS ARQUITECTÓNICOS.

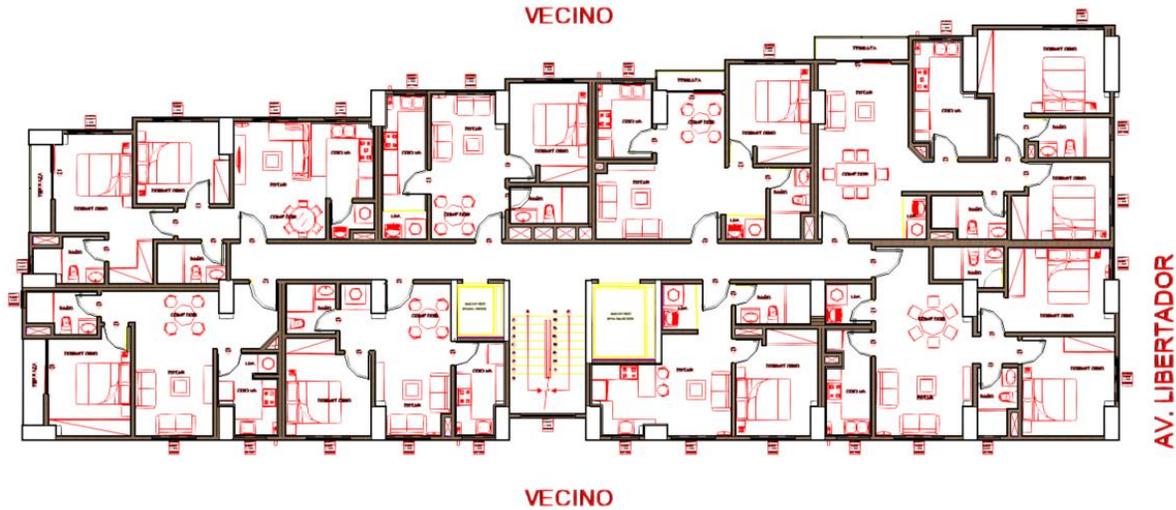
Antes de iniciar el modelado de los muros arquitectónicos, es importante definir los tipos de muros que se realizaran en el proyecto. Como se mencionó con anterioridad, se realizó el modelado de acuerdo con el proceso constructivo real, en este sentido, para los muros interiores primero se dibujó el muro de tabique, posteriormente se realizó el dibujo del suelo que corresponde al contrapiso y finalmente el muro del yeso que solo llegara hasta el nivel del contrapiso. Se creó seis tipos de muros los cuales son:

- Muro de tabique (interior y exterior).
- Muro de yeso (interior).
- Muro de cemento para baños y cocinas (interior).
- Muro de cerámica para baños (interior).
- Muro de cerámica para cocinas (interior).
- Muro de cemento para fachada (exterior).

Es en este sentido que, para el modelado de muros, no se creó un muro que tenga varias capas donde se puedan agregar componentes externos e internos, justamente para facilitar la edición y poder respetar las alturas que corresponden evitando solapes con el contrapiso. De igual

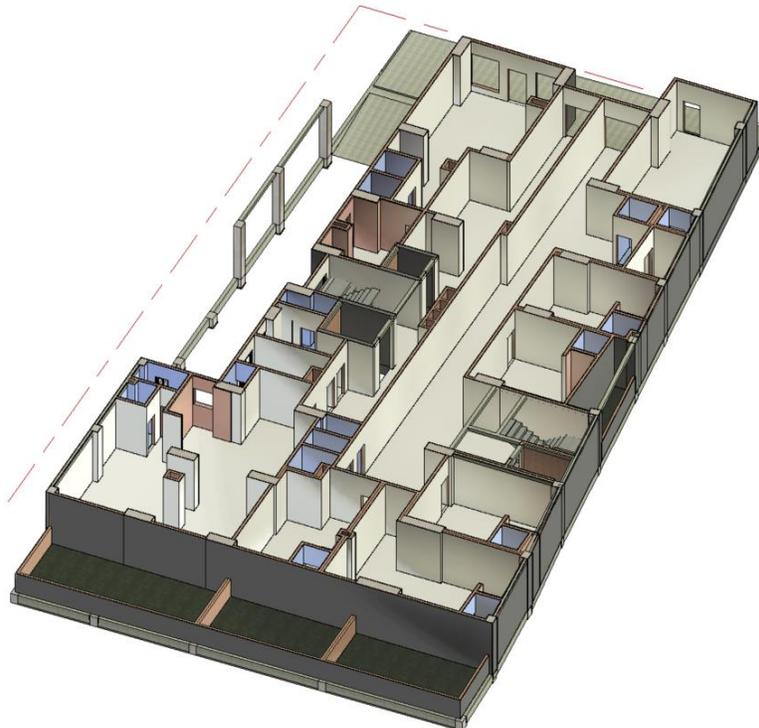
manera se consideró las características visuales para que al momento de realizar el modelado se puedan diferenciar.

Ilustración 29. Ejemplo de muros piso 4 al 8, vista en planta.



Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 30. Ejemplo de muros piso 3, vista 3D.



Fuente: Elaboración propia.

4.10 MODELACIÓN DE PISOS ARQUITECTÓNICOS (SUELOS).

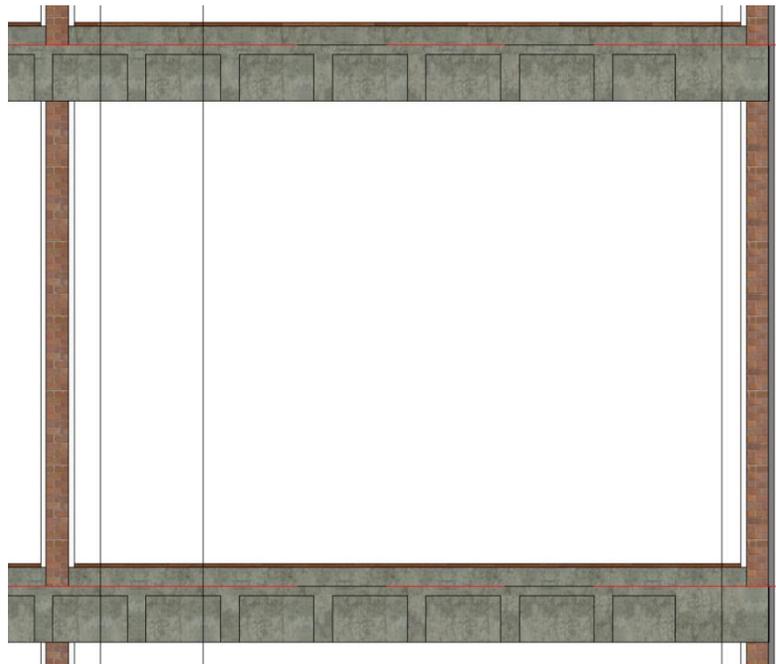
Para generar el modelado de pisos inicialmente se creó un suelo para conformar el contrapiso, el estará encima de la losa, encima del contrapiso se creó cinco tipos de suelos para los diferentes ambientes que existen en el diseño arquitectónico, los cuales son:

- Piso de cerámica en cocinas.
- Piso de cerámica para baños.
- Piso de cerámica para balcones.
- Piso de entablonado para áreas los departamentos.
- Piso de cerámica para áreas comunes.

Al momento de crear los pisos se deben considerar todos los elementos que serán necesarios utilizar para poder calcular los cálculos métricos de los diferentes materiales.

Es importante seguir el proceso constructivo, en este sentido, el colocado de pisos el modelado se realizó terminando los muros de tabique. Una vez que se tenga los pisos de contrapiso del modelo, se puede copiar para los demás pisos, considerando la reducción de columnas que existen de acuerdo con el diseño del cálculo estructural.

Ilustración 31. Niveles de suelo respetando la losa, contrapiso y muros para evitar solapes en cálculos métricos. Vista en elevación.



Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 32. Muros en piso 1, vista en planta.



Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 33. Muros en piso 2, vista en planta.



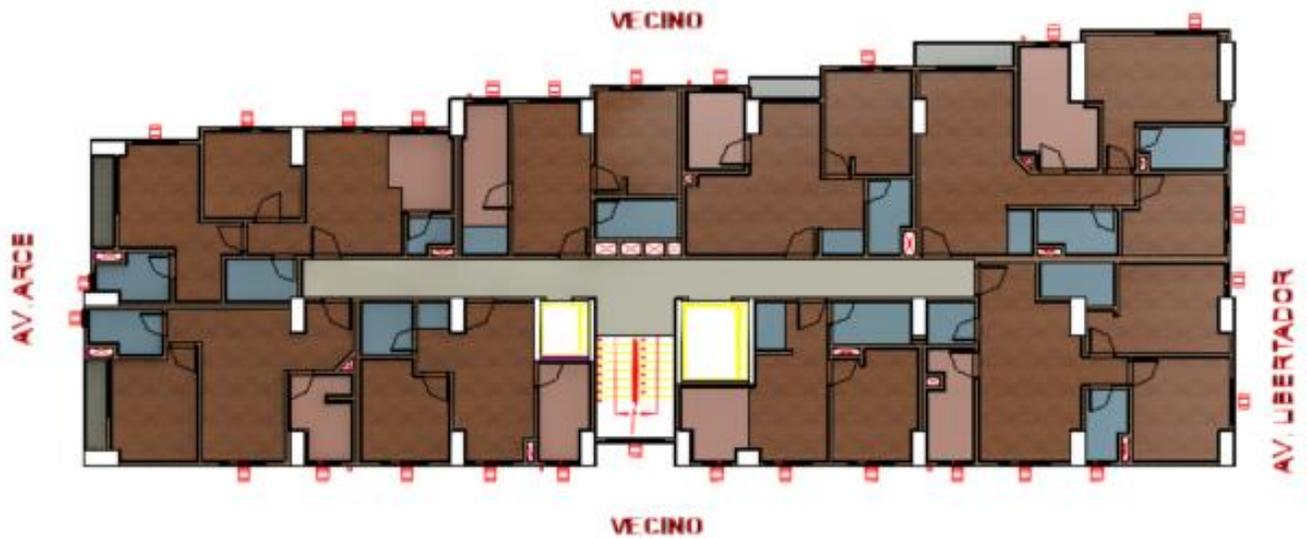
Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 34. Muros en piso 3, vista en planta.



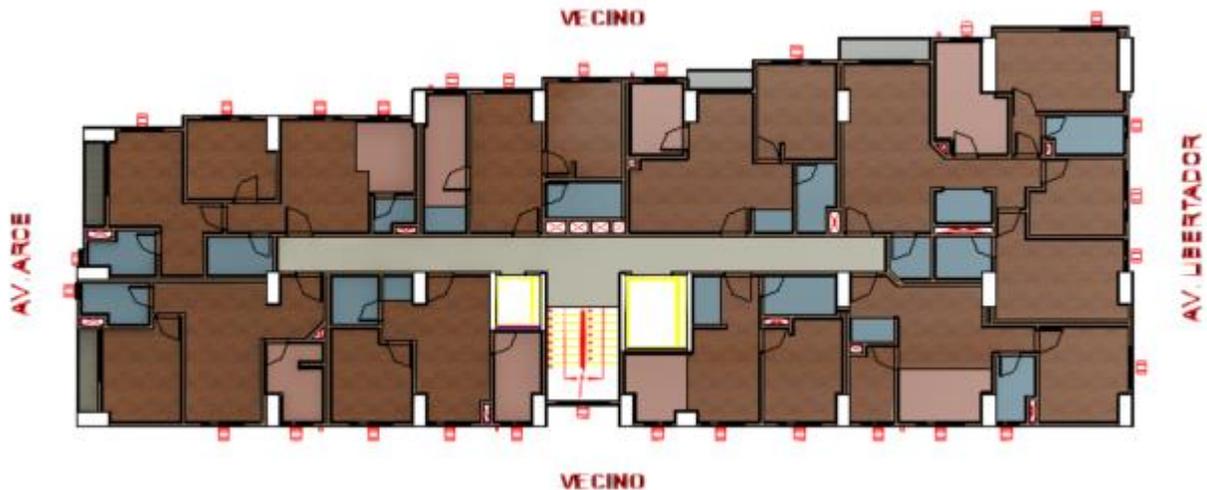
Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 35. Muros en piso 4 al 8, vista en planta.



Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 36. Muros en piso 9 al 15, vista en planta.



Fuente: Elaboración propia.

4.11 MODELADO DE PUERTAS Y VENTANAS.

Para poder insertar puertas y ventanas en el modelado, se debe contar con un anfitrión, que son los muros. Las ventanas se las puede crear o cargar como familias, las cuales deben cumplir con las características del diseño arquitectónico que son: largo, alto, altura de antepecho. En el caso de las puertas es más sencillo, sin embargo, se debe insertar el tipo de puerta que cumpla los requisitos del plano arquitectónico como ser la puerta de ingreso.

La creación de puertas y ventanas es un trabajo de detalle debido a la variedad de tipos que se crearon en el proyecto, además de que se debe utilizar el comando **Unir** entre la puerta o ventana con los muros que creamos para poderlos insertar y los cuales resten el área de estos en el cómputo de muros.

Ilustración 37. Puertas y ventanas en ingreso, vista oeste.



Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 38. Vista 3D de puertas y ventanas.



Fuente: Elaboración propia.

4.12 MODELACIÓN DE BARANDILLAS.

El modelo de las barandillas se lo realizo desde el piso 3 al piso 15 en los balcones de los departamentos. Para el modelado de las barandillas se configuro la altura que tendrá y el nivel base de estos. Una vez modelado el departamento tipo, se continuó copiando y pegando las barandillas en los demás pisos, revisando que no se hayan realizado modificaciones en alturas de desnivel.

Ilustración 39. Modelado de barandillas, vista oeste en elevación.



Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 40. Modelado de barandillas, vista norte en elevación.



Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 41. Vista 3D de barandillas.



Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO 5. MODELO 4D (TIEMPO).

El modelo 4D en BIM es muy útil para la planificación y gestión de proyectos, ya que permite analizar y controlar los tiempos de construcción. El contar con una planificación es necesario y que todos los proyectos de construcción deberían tener aun así no apliquen la metodología BIM.

En el presente proyecto la empresa constructora ECY S.R.L. realizó un Master Plan del cual obtuvo un cronograma de obra tentativo inicial. del cual se realizó el modelado 4D con la información que se tenía

El modelado 4D se realizó utilizando el software MS Project de Office y el software Navisworks de la compañía Autodesk, por este motivo es compatible con el software Revit.

5.1 PLANIFICACIÓN DE CONSTRUCCIÓN.

Para poder realizar la planificación de construcción es importante que el modelado en el software Revit se encuentre desglosado a detalle, es en este punto donde se recomendó con anterioridad realizar el modelado como se construye en obra.

El cronograma de obra realizado en el software Ms Project contara con actividades predecesoras que van a depender de otras para poder iniciar o culminar la tarea. Inicialmente se comienza con la obra gruesa que está conformada por las cimentaciones de losa Radier, muros de hormigón armado, columnas, vigas y losas aligeradas en 2 direcciones, mientras se construye la torre tipo del proyecto que comprende desde el piso 4 al piso 15, se comienza con la obra fina conformada por tabiques, contrapiso, revoques de yeso y cemento, revestimiento de cerámica en paredes y pisos, pintura, colocado de barandas, puertas y ventanas.

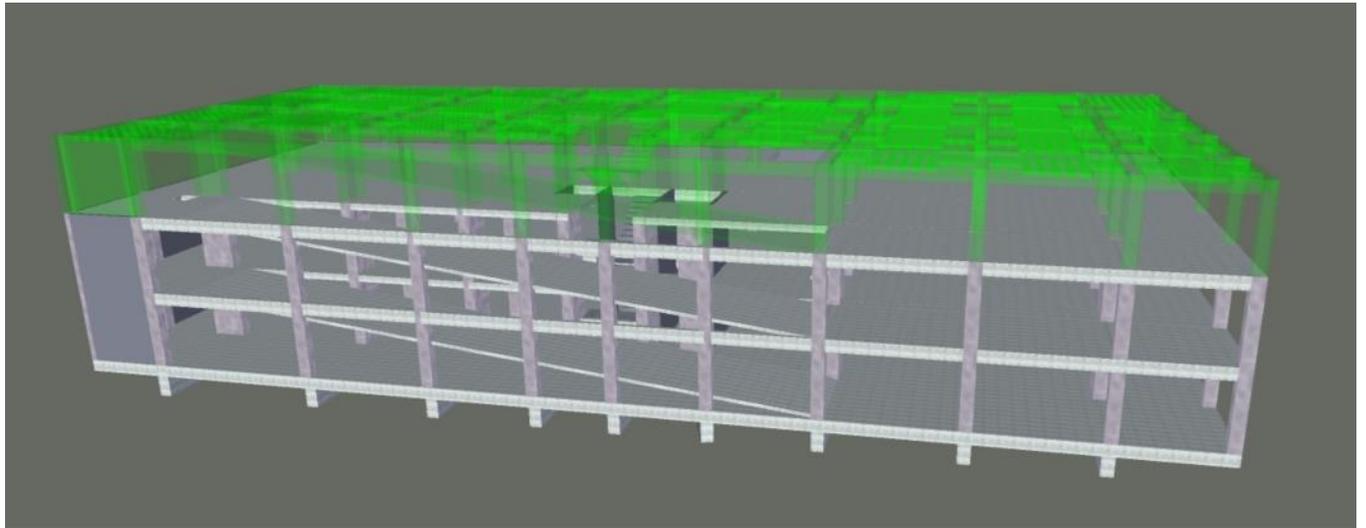
Como resultado del cronograma de obra se obtuvo una duración de 333 días calendario (aprox. 48 semanas). El detalle del cronograma de obra se encuentra detallado por pisos en el Anexo 1.

5.2 SIMULACIÓN 4D.

Una vez definido el cronograma de obra, se exporta el archivo a Navisworks, de igual manera se exporta el archivo de Revit donde se modeló el proyecto. A continuación, se abren los archivos en el software Navisworks y se procede a enlazar las actividades que se importaron del archivo en Revit con las actividades del cronograma de obra. A continuación, se muestran algunas fases constructivas que se generaron.

En la siguiente ilustración se muestra fase de construcción de cimientos de los sótanos, donde los trabajos duran más tiempo debido al área de intervención y cuidando los trabajos de movimiento de tierras.

Ilustración 42. Visualización de la fase de construcción en sótanos.

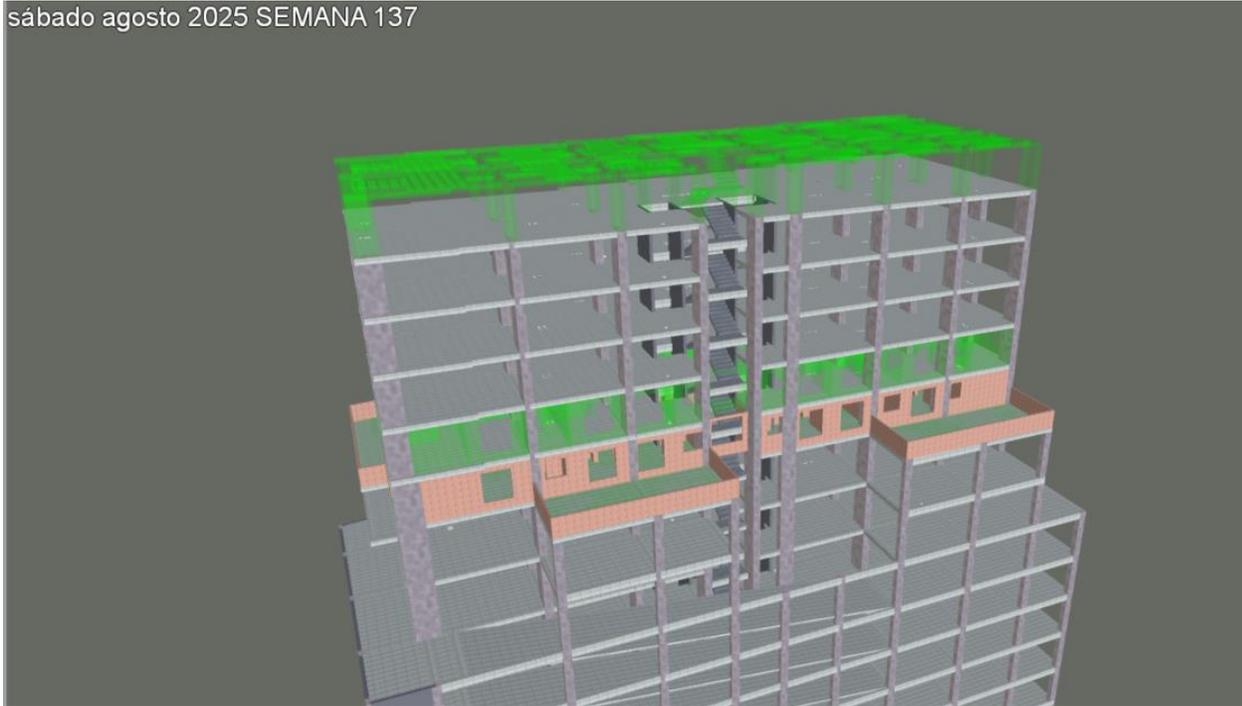


Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente ilustración se muestra la programación de los trabajos que se programó para optimizar tiempos, donde se observa que se inicia los trabajos de tabique en el piso 4 y a la vez los trabajos de obra gruesa en la losa del piso 9. Estos trabajos están programados debido a que los pisos 5, 6 y 7 siguen apuntalando hasta cumplir los 21 días de resistencia del hormigón.

Ilustración 43. Visualización de trabajos de tabique y hormigonado de pisos de planta tipo.

sábado agosto 2025 SEMANA 137



Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se muestra los trabajos de obra fina correspondiente a tabiques, contrapiso, revoque de yeso en paredes, revestimiento de cerámica en paredes y pisos, colocado de pisos de madera, además de iniciar el colocado de ventanas desde el piso 3.

Ilustración 44. Visualización de actividades de obra fina.



Fuente: Elaboración propia.

Finalmente se observa los últimos trabajos que se realizan los cuales corresponden al revoque de la fachada, colocado de tepe para áreas verdes y provisión en instalación de puertas y barandas.

Ilustración 45. Visualización de últimas actividades del proyecto.



Fuente: Elaboración propia.

Así se obtuvo el modelo 4D con el cual se pueden planificar trabajos visualizando la secuencia de actividades durante la ejecución de la obra lo cual va a facilitar en la toma de decisiones y a optimizar los recursos.

CAPÍTULO 6. MODELO 5D (COSTOS).

El siguiente capítulo consiste en cómo se obtuvo el presupuesto del proyecto, el cual está conformado por la obtención de cantidades de materiales con los cálculos métricos en Revit y precios unitarios.

6.1 COMPUTOS MÉTRICOS EN REVIT.

Un paso previo para obtener los costos del proyecto es generar la cuantificación de materiales, es en este punto donde se refleja el detalle del trabajo del modelador BIM para que todo lo modelado sea reflejado lo más cercano a la realidad, no solo visualmente, también siguiendo el proceso constructivo. Se excluyeron las siguientes cantidades que no se consideraron en proyecto: movimiento de tierras, instalación eléctrica, instalación sanitaria, instalación de gas y limpieza y retiro de escombros.

Todo esto se desarrolló en el presente proyecto, donde se generó tablas de cantidades del proyecto en Revit, las cuales se exportaron a Excel para poder recopilar, resumir la información y posteriormente estimar los costos. Para el presente proyecto se obtuvo 11 tablas de cantidades.

Tabla 43. Tablas de cantidades.

Estructura	Arquitectura
Columnas	Barandilla
Escaleras	Puertas
Losa aligerada en 2 direcciones	Suelos (contrapiso, piso de cerámica, piso de madera, tepe para áreas verdes)
Losa Radier de fundación	Muros (cemento, yeso, cerámica, pintura)
Muros de hormigón armado	Ventanas
Vigas	

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se muestra algunos ejemplos de tablas de cantidades obtenidas en Revit estructura y arquitectura.

Tabla 44. Tabla de cantidades de columnas de hormigón.

<Columnas>

A	B	C	D
Recuento	Familia	Tipo	Volumen
19	Hormigón-Rectangular-Pilar	STR-COL-CUA-20X20-HA-PlantaTipo	1.12
39	Hormigón-Rectangular-Pilar	STR-COL-REC-40X50-HA-PlantaTipo	23.09
65	Hormigón-Rectangular-Pilar	STR-COL-REC-40X100-HA-PlantaTipo	75.40
20	Hormigón-Rectangular-Pilar	STR-COL-REC-40X110-HA-PlantaTipo	25.52
10	Hormigón-Rectangular-Pilar	STR-COL-REC-40X180-HA-PlantaTipo	20.88
124	Hormigón-Rectangular-Pilar	STR-COL-REC-50X40-HA-PlantaTipo	75.78
91	Hormigón-Rectangular-Pilar	STR-COL-REC-50X120-HA-PlantaTipo	158.34
28	Hormigón-Rectangular-Pilar	STR-COL-REC-50X130-HA-PlantaTipo	52.78
104	Hormigón-Rectangular-Pilar	STR-COL-REC-50X140-HA-PlantaTipo	242.06
32	Hormigón-Rectangular-Pilar	STR-COL-REC-50X150-HA-PlantaTipo	79.80
14	Hormigón-Rectangular-Pilar	STR-COL-REC-50X200-HA-PlantaTipo	40.60
16	Hormigón-Rectangular-Pilar	STR-COL-REC-50X220-HA-PlantaTipo	58.52
5	Hormigón-Rectangular-Pilar	STR-COL-REC-60X40-HA-PlantaTipo	3.48
7	Hormigón-Rectangular-Pilar	STR-COL-REC-80X50-HA-PlantaTipo	8.12
15	Hormigón-Rectangular-Pilar	STR-COL-REC-100X40-HA-PlantaTipo	17.38
8	Hormigón-Rectangular-Pilar	STR-COL-REC-100X50-HA-PlantaTipo	13.30
21	Hormigón-Rectangular-Pilar	STR-COL-REC-120X50-HA-PlantaTipo	36.48
24	Hormigón-Rectangular-Pilar	STR-COL-REC-140X50-HA-PlantaTipo	55.77

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 45. Tabla de cantidades de vigas de hormigón.

Vigas

A	B	C	D
Recuento	Familia	Tipo	Volumen
3	M_Concrete-Rectangular Beam	STR-VIG-CUA-20X20-HA-PlantaTipo	0.35
93	M_Concrete-Rectangular Beam	STR-VIG-CUA-30X30-HA-PlantaTipo	19.90
9029	M_Concrete-Rectangular Beam	STR-VIG-REC-10X30-HA-PlantaTipo	658.66
65	M_Concrete-Rectangular Beam	STR-VIG-REC-15X30-HA-PlantaTipo	7.19
65	M_Concrete-Rectangular Beam	STR-VIG-REC-18X30-HA-PlantaTipo	15.65
35	M_Concrete-Rectangular Beam	STR-VIG-REC-20X40-HA-PlantaTipo	8.11
211	M_Concrete-Rectangular Beam	STR-VIG-REC-20X50-HA-PlantaTipo	78.21
949	M_Concrete-Rectangular Beam	STR-VIG-REC-50X30-HA-PlantaTipo	601.55
65	M_Concrete-Rectangular Beam	STR-VIG-REC-50X140-HA-FundacionSotano5	138.34
8	M_Concrete-Rectangular Beam	STR-VIG-REC-50X200-HA-FosaAscensor	15.15

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 46. Tabla de cantidades de pisos de arquitectura.

<Suelos - Arquitectura>			
A	B	C	D
Recuento	Familia	Tipo	Área
622	Suelo	ARQ-CPIS-XXX-E10-CEM-Interior	7317.92
49	Suelo	ARQ-PISO-XXX-E2-CER-ExteriorBalcon	115.29
267	Suelo	ARQ-PISO-XXX-E2-CER-InteriorBaño	716.17
104	Suelo	ARQ-PISO-XXX-E2-CER-InteriorCocina	620.00
59	Suelo	ARQ-PISO-XXX-E2-CER-InteriorPasillo	2072.69
10	Suelo	ARQ-PISO-XXX-E2-CES-AreaVerde	344.97
274	Suelo	ARQ-PISO-XXX-E2-MAD-Interior	3574.33

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 47. Tabla de cantidades de muros de arquitectura.

<Tabiques - Muros>			
A	B	C	D
Recuento	Familia	Tipo	Área
1692	Muro básico	ARQ-MUR-XXX-E3-CEM-Revoque	8298.45
3988	Muro básico	ARQ-MUR-XXX-E3-YES-Revoque	16690.75
1145	Muro básico	ARQ-MUR-XXX-E3-5-CER-CementoCeramicaBaño	3537.05
30	Muro básico	ARQ-MUR-XXX-E05-LAD-Interior	84.96
768	Muro básico	ARQ-MUR-XXX-E7-CER-CementoCeramicaCocina	2664.05
69	Muro básico	ARQ-MUR-XXX-E10-LAD-Interior	193.10
2857	Muro básico	ARQ-MUR-XXX-E12-LAD-Interior	17382.85
172	Muro básico	ARQ-MUR-XXX-E035-CER-CementoCeramicaBaño	647.50

Fuente: Elaboración propia.

6.2 PRESUPUESTO.

Con las cantidades totales obtenidas se realizó el cálculo de presupuesto utilizando como referencia el análisis de precios unitarios del Gobierno Autónomo Municipal de La Paz (GAMLP) de Bolivia, actualizado el mes de Abril del 2024. Los precios unitarios contemplan todos los gastos sociales.

La estimación de costos que se calculó asciende a Bs. 35.943.703,03 (Treinta y Cinco Millones Novecientos Cuarenta y Tres Mil Setecientos Tres con 03/100 Bolivianos).

Este monto en euros asciende a €. 3.125.539,41 (Tres Millones Ciento Veinticinco Mil Quinientos Treinta y Nueve con 41/100 Euros), considerando el tipo de cambio actual en Bolivia de Bs. 11,50 por euro. La estimación de costos se encuentra detallada en el Anexo 2.

CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES.

- Se elaboro un Plan de Ejecución BIM (PEB) para las fases de planificación y diseño en una empresa constructora que ayudará a mejorar los procesos internos como ser la coordinación y comunicación, lo cual facilita la integración entre las diferentes disciplinas y stakeholders del proyecto, mejorando la calidad del proyecto, reduciendo los errores y tiempos que se reflejan en costos e incrementando la competitividad de la empresa en el rubro de la construcción.
- Se realizo el modelo 3D del proyecto el cual permite visualizar de forma precisa y detallada el proyecto a edificarse, además de mejorar la comunicación y evitar malentendidos implementando la nomenclatura de archivos en el modelo 3D, el cual facilitará la comprensión por parte de los stakeholders (clientes, arquitectos, ingenieros y contratistas).
- Se realizo el modelo 4D generando un cronograma de obra con un periodo de ejecución de 48 semanas, que no solo va a mejorar la comunicación, planificación y en un futuro la ejecución del proyecto también ayudara a reducir los riesgos y costos teniendo un control más estricto del cronograma. Este control continuo del cronograma hará más predecible los tiempos de entrega del proyecto.
- Se realizo el modelo 5D obteniendo un monto que asciende a €. 3.125.539,41, lo cual permitió una estimación y control de costos. Esto facilitará la toma de decisiones y reducirá los riesgos financieros a futuro.

CAPÍTULO 8. REFERENCIAS.

- BIM Dictionary. (2021). BIMe Initiative. Recuperado de <https://bimdictionary.com/>
- NB/ISO 19650. (2018). Organización y digitalización de la información en obras de edificación e ingeniería civil que utilizan BIM – Gestión de la información al utilizar BIM.
- BuildingSMART. (2021). Manual de nomenclatura de documentos al utilizar BIM.
- BuildingSMART. (2022). Guía de Sistemas de clasificación cuando se utiliza BIM.
- Planbim (2021). Estándar BIM para proyectos públicos – intercambio de información entre solicitante y proveedores. Versión 1.1.
- Plan de Ejecución BIM (PEB) para proyectos de infraestructura en Argentina. (2020). Cámara Argentina de la Construcción (CAC). Recuperado de <https://www.camarco.org.ar/>
- Guía BIM para proyectos de edificación pública en Colombia. (2020). Sociedad Colombiana de Arquitectos (SCA). Recuperado de <https://www.sociedadcolombianadearquitectos.org/>
- Manual de implementación BIM en proyectos de construcción. (2018). Cámara Chilena de la Construcción (CChC). Recuperado de <https://www.cchc.cl/>
- Mark Bew y Mervyn Richards. (2008). BIM Client Maturity.
- Plan de Ejecución BIM (PEB). (2018). Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid (COAM). Recuperado de <https://www.coam.org/>
- Gobierno Autónomo Municipal de La Paz (2024). Análisis de precios unitarios.



ANEXOS



ANEXO 1

CRONOGRAMA DE OBRA

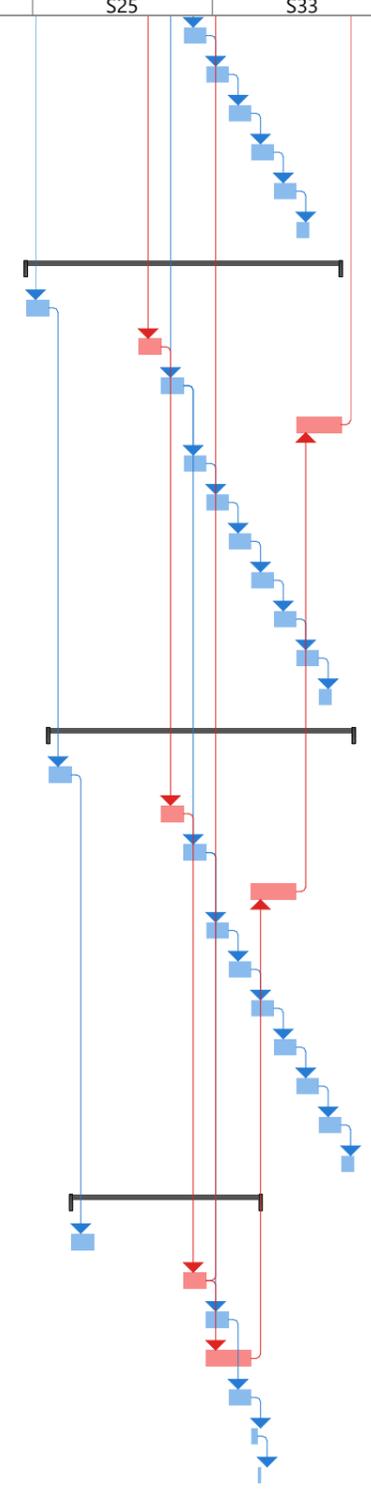
Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	mes -3		mes 1		mes 4		mes 7		mes 10	
					S-16	S-8	S1	S9	S17	S25	S33	S41	S49	
1	Proyecto	333 días	mar 1/4/25	sáb 28/2/26										
2	Sotano 5	264 días	mar 1/4/25	dom 21/12/25										
3	Losa radies, muros, columnas, vigas, losa y	21 días	mar 1/4/25	mar 22/4/25										
4	Tabique de ladrillo	5 días	vie 28/11/25	mié 3/12/25										
5	Contrapiso de hormigón	5 días	mié 3/12/25	lun 8/12/25										
6	Revoque de yeso y cemento	5 días	lun 8/12/25	sáb 13/12/25										
7	Pintura	5 días	sáb 13/12/25	jue 18/12/25										
8	Colocado de puertas	3 días	jue 18/12/25	dom 21/12/25										
9	Sotano 4	248 días	mar 22/4/25	vie 26/12/25										
10	Muros, columnas, vigas, losa y gradas de	14 días	mar 22/4/25	mar 6/5/25										
11	Tabique de ladrillo	5 días	mié 3/12/25	lun 8/12/25										
12	Contrapiso de hormigón	5 días	lun 8/12/25	sáb 13/12/25										
13	Revoque de yeso y cemento	5 días	sáb 13/12/25	jue 18/12/25										
14	Pintura	5 días	jue 18/12/25	mar 23/12/25										
15	Colocado de puertas	3 días	mar 23/12/25	vie 26/12/25										
16	Sotano 3	239 días	mar 6/5/25	mié 31/12/25										
17	Muros, columnas, vigas, losa y gradas de	14 días	mar 6/5/25	mar 20/5/25										
18	Tabique de ladrillo	5 días	lun 8/12/25	sáb 13/12/25										
19	Contrapiso de hormigón	5 días	sáb 13/12/25	jue 18/12/25										
20	Revoque de yeso y cemento	5 días	jue 18/12/25	mar 23/12/25										
21	Pintura	5 días	mar 23/12/25	dom 28/12/25										
22	Colocado de puertas	3 días	dom 28/12/25	mié 31/12/25										
23	Sotano 2	230 días	mar 20/5/25	lun 5/1/26										
24	Muros, columnas, vigas, losa y gradas de	14 días	mar 20/5/25	mar 3/6/25										
25	Tabique de ladrillo	5 días	sáb 13/12/25	jue 18/12/25										
26	Contrapiso de hormigón	5 días	jue 18/12/25	mar 23/12/25										
27	Revoque de yeso y cemento	5 días	mar 23/12/25	dom 28/12/25										
28	Pintura	5 días	dom 28/12/25	vie 2/1/26										
29	Colocado de puertas	3 días	vie 2/1/26	lun 5/1/26										
30	Sotano 1	221 días	mar 3/6/25	sáb 10/1/26										
31	Muros, columnas, vigas, losa y gradas de	11 días	mar 3/6/25	sáb 14/6/25										
32	Tabique de ladrillo	5 días	jue 18/12/25	mar 23/12/25										
33	Contrapiso de hormigón	5 días	mar 23/12/25	dom 28/12/25										
34	Revoque de yeso y cemento	5 días	dom 28/12/25	vie 2/1/26										
35	Pintura	5 días	vie 2/1/26	mié 7/1/26										
36	Colocado de puertas	3 días	mié 7/1/26	sáb 10/1/26										
37	Piso 1	218 días	sáb 14/6/25	dom 18/1/26										
38	Columnas, vigas, losa y gradas	7 días	sáb 14/6/25	sáb 21/6/25										
39	Tabique de ladrillo	10 días	mar 18/11/25	vie 28/11/25										
40	Contrapiso de hormigón	10 días	vie 28/11/25	lun 8/12/25										
41	Fachada de revoque de hormigón	14 días	sáb 20/12/25	sáb 3/1/26										
42	Revoque de yeso	10 días	lun 8/12/25	jue 18/12/25										
43	Revestimiento de cerámica (pared y piso)	10 días	jue 18/12/25	dom 28/12/25										
44	Pintura	7 días	dom 28/12/25	dom 4/1/26										
45	Colocado de ventanas	7 días	dom 4/1/26	dom 11/1/26										
46	Colocado de puertas	7 días	dom 11/1/26	dom 18/1/26										

Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	S-16	mes -3	mes 1	mes 4	mes 7	mes 10
					S-16	S-8	S1	S9	S17	S25
47	Césped sintético	2 días	mié 7/1/26	vie 9/1/26						
48	Piso 2	223 días	sáb 21/6/25	vie 30/1/26						
49	Columnas, vigas, losa y gradas	7 días	sáb 21/6/25	sáb 28/6/25						
50	Tabique de ladrillo	10 días	sáb 8/11/25	mar 18/11/25						
51	Contrapiso de hormigón	10 días	mar 18/11/25	vie 28/11/25						
52	Fachada de revoque de hormigón	14 días	sáb 6/12/25	sáb 20/12/25						
53	Revoque de yeso	10 días	sáb 20/12/25	mar 30/12/25						
54	Revestimiento de cerámica (pared y piso)	10 días	mar 30/12/25	vie 9/1/26						
55	Pintura	7 días	vie 9/1/26	vie 16/1/26						
56	Colocado de ventanas	7 días	vie 16/1/26	vie 23/1/26						
57	Colocado de puertas	7 días	vie 23/1/26	vie 30/1/26						
58	Piso 3	193 días	sáb 28/6/25	mié 7/1/26						
59	Columnas, vigas, losa y gradas	7 días	sáb 28/6/25	sáb 5/7/25						
60	Tabique de ladrillo	7 días	sáb 2/8/25	sáb 9/8/25						
61	Contrapiso de hormigón	7 días	sáb 9/8/25	sáb 16/8/25						
62	Fachada de revoque de hormigón	14 días	sáb 22/11/25	sáb 6/12/25						
63	Revoque de yeso	7 días	sáb 16/8/25	sáb 23/8/25						
64	Revestimiento de cerámica (pared y piso)	7 días	sáb 23/8/25	sáb 30/8/25						
65	Pintura	7 días	sáb 30/8/25	sáb 6/9/25						
66	Piso de parquet	7 días	sáb 6/9/25	sáb 13/9/25						
67	Colocado de ventanas	7 días	sáb 13/9/25	sáb 20/9/25						
68	Colocado de puertas	7 días	sáb 20/9/25	sáb 27/9/25						
69	Barandas	4 días	sáb 27/9/25	mié 1/10/25						
70	Césped sintético	4 días	sáb 3/1/26	mié 7/1/26						
71	Piso 4	140 días	sáb 5/7/25	sáb 22/11/25						
72	Columnas, vigas, losa y gradas	7 días	sáb 5/7/25	sáb 12/7/25						
73	Tabique de ladrillo	7 días	sáb 9/8/25	sáb 16/8/25						
74	Contrapiso de hormigón	7 días	sáb 16/8/25	sáb 23/8/25						
75	Fachada de revoque de hormigón	14 días	sáb 8/11/25	sáb 22/11/25						
76	Revoque de yeso	7 días	sáb 23/8/25	sáb 30/8/25						
77	Revestimiento de cerámica (pared y piso)	7 días	sáb 30/8/25	sáb 6/9/25						
78	Pintura	7 días	sáb 6/9/25	sáb 13/9/25						
79	Piso de parquet	7 días	sáb 13/9/25	sáb 20/9/25						
80	Colocado de ventanas	7 días	sáb 20/9/25	sáb 27/9/25						
81	Colocado de puertas	7 días	sáb 27/9/25	sáb 4/10/25						
82	Barandas	4 días	sáb 4/10/25	mié 8/10/25						
83	Piso 5	119 días	sáb 12/7/25	sáb 8/11/25						
84	Columnas, vigas, losa y gradas	7 días	sáb 12/7/25	sáb 19/7/25						
85	Tabique de ladrillo	7 días	sáb 16/8/25	sáb 23/8/25						
86	Contrapiso de hormigón	7 días	sáb 23/8/25	sáb 30/8/25						
87	Fachada de revoque de hormigón	14 días	sáb 25/10/25	sáb 8/11/25						
88	Revoque de yeso	7 días	sáb 30/8/25	sáb 6/9/25						
89	Revestimiento de cerámica (pared y piso)	7 días	sáb 6/9/25	sáb 13/9/25						
90	Pintura	7 días	sáb 13/9/25	sáb 20/9/25						
91	Piso de parquet	7 días	sáb 20/9/25	sáb 27/9/25						
92	Colocado de ventanas	7 días	sáb 27/9/25	sáb 4/10/25						

Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	mes -3		mes 1		mes 4		mes 7		mes 10	
					S-16	S-8	S1	S9	S17	S25	S33	S41	S49	
93	Colocado de puertas	7 días	sáb 4/10/25	sáb 11/10/25										
94	Barandas	4 días	sáb 11/10/25	mié 15/10/25										
95	Piso 6	98 días	sáb 19/7/25	sáb 25/10/25										
96	Columnas, vigas, losa y gradas	7 días	sáb 19/7/25	sáb 26/7/25										
97	Tabique de ladrillo	7 días	sáb 23/8/25	sáb 30/8/25										
98	Contrapiso de hormigón	7 días	sáb 30/8/25	sáb 6/9/25										
99	Fachada de revoque de hormigón	14 días	sáb 11/10/25	sáb 25/10/25										
100	Revoque de yeso	7 días	sáb 6/9/25	sáb 13/9/25										
101	Revestimiento de cerámica (pared y piso)	7 días	sáb 13/9/25	sáb 20/9/25										
102	Pintura	7 días	sáb 20/9/25	sáb 27/9/25										
103	Piso de parquet	7 días	sáb 27/9/25	sáb 4/10/25										
104	Colocado de ventanas	7 días	sáb 4/10/25	sáb 11/10/25										
105	Colocado de puertas	7 días	sáb 11/10/25	sáb 18/10/25										
106	Barandas	4 días	sáb 18/10/25	mié 22/10/25										
107	Piso 7	95 días	sáb 26/7/25	mié 29/10/25										
108	Columnas, vigas, losa y gradas	7 días	sáb 26/7/25	sáb 2/8/25										
109	Tabique de ladrillo	7 días	sáb 30/8/25	sáb 6/9/25										
110	Contrapiso de hormigón	7 días	sáb 6/9/25	sáb 13/9/25										
111	Fachada de revoque de hormigón	14 días	sáb 27/9/25	sáb 11/10/25										
112	Revoque de yeso	7 días	sáb 13/9/25	sáb 20/9/25										
113	Revestimiento de cerámica (pared y piso)	7 días	sáb 20/9/25	sáb 27/9/25										
114	Pintura	7 días	sáb 27/9/25	sáb 4/10/25										
115	Piso de parquet	7 días	sáb 4/10/25	sáb 11/10/25										
116	Colocado de ventanas	7 días	sáb 11/10/25	sáb 18/10/25										
117	Colocado de puertas	7 días	sáb 18/10/25	sáb 25/10/25										
118	Barandas	4 días	sáb 25/10/25	mié 29/10/25										
119	Piso 8	95 días	sáb 2/8/25	mié 5/11/25										
120	Columnas, vigas, losa y gradas	7 días	sáb 2/8/25	sáb 9/8/25										
121	Tabique de ladrillo	7 días	sáb 6/9/25	sáb 13/9/25										
122	Contrapiso de hormigón	7 días	sáb 13/9/25	sáb 20/9/25										
123	Fachada de revoque de hormigón	14 días	sáb 13/9/25	sáb 27/9/25										
124	Revoque de yeso	7 días	sáb 20/9/25	sáb 27/9/25										
125	Revestimiento de cerámica (pared y piso)	7 días	sáb 27/9/25	sáb 4/10/25										
126	Pintura	7 días	sáb 4/10/25	sáb 11/10/25										
127	Piso de parquet	7 días	sáb 11/10/25	sáb 18/10/25										
128	Colocado de ventanas	7 días	sáb 18/10/25	sáb 25/10/25										
129	Colocado de puertas	7 días	sáb 25/10/25	sáb 1/11/25										
130	Barandas	4 días	sáb 1/11/25	mié 5/11/25										
131	Piso 9	203 días	sáb 9/8/25	sáb 28/2/26										
132	Columnas, vigas, losa y gradas	7 días	sáb 9/8/25	sáb 16/8/25										
133	Tabique de ladrillo	7 días	sáb 13/9/25	sáb 20/9/25										
134	Contrapiso de hormigón	7 días	sáb 20/9/25	sáb 27/9/25										
135	Fachada de revoque de hormigón	14 días	sáb 14/2/26	sáb 28/2/26										
136	Revoque de yeso	7 días	sáb 27/9/25	sáb 4/10/25										
137	Revestimiento de cerámica (pared y piso)	7 días	sáb 4/10/25	sáb 11/10/25										
138	Pintura	7 días	sáb 11/10/25	sáb 18/10/25										

Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	mes -3		mes 1		mes 4		mes 7		mes 10	
					S-16	S-8	S1	S9	S17	S25	S33	S41	S49	
139	Piso de parquet	7 días	sáb 18/10/25	sáb 25/10/25										
140	Colocado de ventanas	7 días	sáb 25/10/25	sáb 1/11/25										
141	Colocado de puertas	7 días	sáb 1/11/25	sáb 8/11/25										
142	Barandas	4 días	sáb 8/11/25	mié 12/11/25										
143	Piso 10	182 días	sáb 16/8/25	sáb 14/2/26										
144	Columnas, vigas, losa y gradas	7 días	sáb 16/8/25	sáb 23/8/25										
145	Tabique de ladrillo	7 días	sáb 20/9/25	sáb 27/9/25										
146	Contrapiso de hormigón	7 días	sáb 27/9/25	sáb 4/10/25										
147	Fachada de revoque de hormigón	14 días	sáb 31/1/26	sáb 14/2/26										
148	Revoque de yeso	7 días	sáb 4/10/25	sáb 11/10/25										
149	Revestimiento de cerámica (pared y piso)	7 días	sáb 11/10/25	sáb 18/10/25										
150	Pintura	7 días	sáb 18/10/25	sáb 25/10/25										
151	Piso de parquet	7 días	sáb 25/10/25	sáb 1/11/25										
152	Colocado de ventanas	7 días	sáb 1/11/25	sáb 8/11/25										
153	Colocado de puertas	7 días	sáb 8/11/25	sáb 15/11/25										
154	Barandas	4 días	sáb 15/11/25	mié 19/11/25										
155	Piso 11	161 días	sáb 23/8/25	sáb 31/1/26										
156	Columnas, vigas, losa y gradas	7 días	sáb 23/8/25	sáb 30/8/25										
157	Tabique de ladrillo	7 días	sáb 27/9/25	sáb 4/10/25										
158	Contrapiso de hormigón	7 días	sáb 4/10/25	sáb 11/10/25										
159	Fachada de revoque de hormigón	14 días	sáb 17/1/26	sáb 31/1/26										
160	Revoque de yeso	7 días	sáb 11/10/25	sáb 18/10/25										
161	Revestimiento de cerámica (pared y piso)	7 días	sáb 18/10/25	sáb 25/10/25										
162	Pintura	7 días	sáb 25/10/25	sáb 1/11/25										
163	Piso de parquet	7 días	sáb 1/11/25	sáb 8/11/25										
164	Colocado de ventanas	7 días	sáb 8/11/25	sáb 15/11/25										
165	Colocado de puertas	7 días	sáb 15/11/25	sáb 22/11/25										
166	Barandas	4 días	sáb 22/11/25	mié 26/11/25										
167	Piso 12	140 días	sáb 30/8/25	sáb 17/1/26										
168	Columnas, vigas, losa y gradas	7 días	sáb 30/8/25	sáb 6/9/25										
169	Tabique de ladrillo	7 días	sáb 4/10/25	sáb 11/10/25										
170	Contrapiso de hormigón	7 días	sáb 11/10/25	sáb 18/10/25										
171	Fachada de revoque de hormigón	14 días	sáb 3/1/26	sáb 17/1/26										
172	Revoque de yeso	7 días	sáb 18/10/25	sáb 25/10/25										
173	Revestimiento de cerámica (pared y piso)	7 días	sáb 25/10/25	sáb 1/11/25										
174	Pintura	7 días	sáb 1/11/25	sáb 8/11/25										
175	Piso de parquet	7 días	sáb 8/11/25	sáb 15/11/25										
176	Colocado de ventanas	7 días	sáb 15/11/25	sáb 22/11/25										
177	Colocado de puertas	7 días	sáb 22/11/25	sáb 29/11/25										
178	Barandas	4 días	sáb 29/11/25	mié 3/12/25										
179	Piso 13	119 días	sáb 6/9/25	sáb 3/1/26										
180	Columnas, vigas, losa y gradas	7 días	sáb 6/9/25	sáb 13/9/25										
181	Tabique de ladrillo	7 días	sáb 11/10/25	sáb 18/10/25										
182	Contrapiso de hormigón	7 días	sáb 18/10/25	sáb 25/10/25										
183	Fachada de revoque de hormigón	14 días	sáb 20/12/25	sáb 3/1/26										
184	Revoque de yeso	7 días	sáb 25/10/25	sáb 1/11/25										

Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	mes -3		mes 1		mes 4		mes 7		mes 10	
					S-16	S-8	S1	S9	S17	S25	S33	S41	S49	
185	Revestimiento de cerámica (pared y piso)	7 días	sáb 1/11/25	sáb 8/11/25										
186	Pintura	7 días	sáb 8/11/25	sáb 15/11/25										
187	Piso de parquet	7 días	sáb 15/11/25	sáb 22/11/25										
188	Colocado de ventanas	7 días	sáb 22/11/25	sáb 29/11/25										
189	Colocado de puertas	7 días	sáb 29/11/25	sáb 6/12/25										
190	Barandas	4 días	sáb 6/12/25	mié 10/12/25										
191	Piso 14	98 días	sáb 13/9/25	sáb 20/12/25										
192	Columnas, vigas, losa y gradas	7 días	sáb 13/9/25	sáb 20/9/25										
193	Tabique de ladrillo	7 días	sáb 18/10/25	sáb 25/10/25										
194	Contrapiso de hormigón	7 días	sáb 25/10/25	sáb 1/11/25										
195	Fachada de revoque de hormigón	14 días	sáb 6/12/25	sáb 20/12/25										
196	Revoque de yeso	7 días	sáb 1/11/25	sáb 8/11/25										
197	Revestimiento de cerámica (pared y piso)	7 días	sáb 8/11/25	sáb 15/11/25										
198	Pintura	7 días	sáb 15/11/25	sáb 22/11/25										
199	Piso de parquet	7 días	sáb 22/11/25	sáb 29/11/25										
200	Colocado de ventanas	7 días	sáb 29/11/25	sáb 6/12/25										
201	Colocado de puertas	7 días	sáb 6/12/25	sáb 13/12/25										
202	Barandas	4 días	sáb 13/12/25	mié 17/12/25										
203	Piso 15	95 días	sáb 20/9/25	mié 24/12/25										
204	Columnas, vigas, losa y gradas	7 días	sáb 20/9/25	sáb 27/9/25										
205	Tabique de ladrillo	7 días	sáb 25/10/25	sáb 1/11/25										
206	Contrapiso de hormigón	7 días	sáb 1/11/25	sáb 8/11/25										
207	Fachada de revoque de hormigón	14 días	sáb 22/11/25	sáb 6/12/25										
208	Revoque de yeso	7 días	sáb 8/11/25	sáb 15/11/25										
209	Revestimiento de cerámica (pared y piso)	7 días	sáb 15/11/25	sáb 22/11/25										
210	Pintura	7 días	sáb 22/11/25	sáb 29/11/25										
211	Piso de parquet	7 días	sáb 29/11/25	sáb 6/12/25										
212	Colocado de ventanas	7 días	sáb 6/12/25	sáb 13/12/25										
213	Colocado de puertas	7 días	sáb 13/12/25	sáb 20/12/25										
214	Barandas	4 días	sáb 20/12/25	mié 24/12/25										
215	Piso 16	59 días	sáb 27/9/25	mar 25/11/25										
216	Columnas, vigas, losa y gradas	7 días	sáb 27/9/25	sáb 4/10/25										
217	Tabique de ladrillo	7 días	sáb 1/11/25	sáb 8/11/25										
218	Contrapiso de hormigón	7 días	sáb 8/11/25	sáb 15/11/25										
219	Fachada de revoque de hormigón	14 días	sáb 8/11/25	sáb 22/11/25										
220	Revoque de yeso	7 días	sáb 15/11/25	sáb 22/11/25										
221	Pintura	2 días	sáb 22/11/25	lun 24/11/25										
222	Colocado de puertas	1 día	lun 24/11/25	mar 25/11/25										





ANEXO 2

PRESUPUESTO

No.	DESCRIPCIÓN	UNID.	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO [Bs.-]	PRECIO TOTAL [Bs.-]	PRECIO TOTAL [€.-]
1	HORMIGON SIMPLE fck= 210 kg/cm2 (INCLUYE ENCOFRADO Y COLOCADO)	m3	1.839,94	2.059,29	3.788.970,04	329.475,66
2	LOSA EN DOS DIRECCIONES H= 30 cm DE Hº Aº H21 PREMEZCLADO, NERVIOS 10 x 30 cm, CON ALIGERANTE DE PLASTOFORMO (DENSIDAD= 10 kg/m3)	m2	6.466,24	706,95	4.571.308,37	397.505,08
3	HORMIGON SIMPLE P/ESCALERA - H21	m3	47,42	2.788,72	132.241,10	11.499,23
4	HORMIGON SIMPLE P/COLUMNA - H21	m3	988,42	2.487,78	2.458.971,51	213.823,61
5	HORMIGON SIMPLE P/VIGAS - H21	m3	1.543,11	2.472,91	3.815.972,15	331.823,67
6	BARANDA DE ACERO INOX 304, H= 1.10 m DE TUBO REDONDDO DE 2" x 1.5 mm, CON VIDRIO TEMPLADO 10 mm	m	161,14	1.134,83	182.866,51	15.901,44
7	PUERTA DE CEDRO	m2	3.949,67	1.147,33	4.531.574,88	394.049,99
8	PUERTA DE VIDRIO TEMPLADO E= 10 mm	m2	19,96	1.920,61	38.335,38	3.333,51
9	PUERTAS DE ALUMINIO INC VIDRIO TEMP 10 mm	m2	672,12	687,32	461.961,52	40.170,57
10	PUERTA METALICA DE PLANCHA DE 1/8"	m2	727,14	801,31	582.664,55	50.666,48
11	MURO DE LADRILLO 6H E= 0.12 m DOSIF 1:5	m2	17.660,91	184,70	3.261.970,08	283.649,57
12	REVOQUE INTERIOR DE ESTUCO SOBRE MURO DE LADRILLO	m2	16.690,75	125,81	2.099.863,26	182.596,81
13	PINTURA EN INTERIORES LATEX O SIMILARES (DOS MANOS)	m2	16.690,75	45,79	764.269,44	66.458,21
14	REVESTIMIENTO DE CERAMICA SOBRE PARED DE LADRILLO	m2	6848,6	239,95	1.643.321,57	142.897,53
15	REVOQUE DE CEMENTO E= 3 cm MORT 1:5	m2	8.298,45	126,47	1.049.504,97	91.261,30
16	CONTRAPISO DE CEMENTO S/LOSA	m2	14.761,37	168,77	2.491.276,41	216.632,73
17	PISO DE CERAMICA CON COLOR SOBRE LOSA O PISO FROTACHADO	m2	3.524,15	256,00	902.182,40	78.450,64
18	PISO DE PARQUET TAJIBO	m2	3.574,33	236,24	844.399,72	73.426,06
19	CESPED SINTETICO EN AREAS DE JUEGO Y PARQUES INFANTILES	m2	344,97	246,88	85.166,19	7.405,76
20	VENTANA DE ALUMINIO CORREDIZA TIPO GUILLOTINA INCLUYE VIDRIO	m2	3.446,13	649,10	2.236.882,98	194.511,56
					35.943.703,03	3.125.539,41