



UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL

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

**Proyecto optimizado y análisis de riesgos naturales del Centro para Grupos de
Atención Prioritaria (CEGAP) a través de la metodología BIM en El
Coca, Orellana**

Rol: Líder Estructural

Pamela Estefanía Arcos Jara

Quito, septiembre de 2024



DECLARACIÓN JURAMENTADA

Yo, PAMELA ESTEFANIA ARCOS JARA, con cédula de identidad # 0107339681, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado a calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

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

.

D. M. Quito, Septiembre del 2024

Pamela Estefania Arcos Jara
pamela-arcos-2000@hotmail.com



DECLARACIÓN DE AUDITORÍA DEL ESTUDIANTE

Yo, PAMELA ESTEFANIA ARCOS JARA, con cédula de identidad # 0107339681, declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.

D. M. Quito, Septiembre del 2024

Pamela Estefania Arcos Jara
pamela-arcos-2000@hotmail.com



DECLARATORIA

El presente trabajo de investigación titulado:

**“ PROYECTO OPTIMIZADO Y ANÁLISIS DE RIESGOS NATURALES DEL
CENTRO PARA GRUPOS DE ATENCIÓN PRIORITARIA (CEGAP) A
TRAVÉS DE LA METODOLOGÍA BIM EN EL COCA, ORELLANA:
ROL LIDER ESTRUCTURAL”**

Realizado por:

PAMELA ESTEFANIA ARCOS JARA

como Requisito para la Obtención del Título de:

MAGISTER EN GERENCIA DE PROYECTOS BIM

ha sido dirigido por el profesor

VIOLETA RANGEL RODRÍGUEZ

quien considera que constituye un trabajo original de su autor

FIRMA



“PROYECTO OPTIMIZADO Y ANÁLISIS DE RIESGOS NATURALES
DEL CENTRO PARA GRUPOS DE ATENCIÓN PRIORITARIA (CEGAP) A
TRAVÉS DE LA METODOLOGÍA BIM EN EL COCA, ORELLANA:
ROL LÍDER ESTRUCTURAL”

Por

Pamela Estefania Arcos Jara

Septiembre 2024

Aprobado:

Violeta C. Rangel R., Tutor

Violeta C. Rangel R., Presidente del Tribunal

Pablo T. Vásquez Q., Miembro del Tribunal

Gustavo F. Vásquez A., Miembro del Tribunal

Aceptado y Firmado: _____ 20 septiembre, 2024
Violeta C. Rangel R.

Aceptado y Firmado: _____ 20 septiembre, 2024
Pablo T. Vásquez Q.

Aceptado y Firmado: _____ 20 septiembre, 2024
Gustavo F. Vásquez A.

_____ 20, septiembre, 2024

Violeta C. Rangel R.
Presidente(a) del Tribunal
Universidad Internacional SEK



Dedicatoria

Dedico esta tesis, en primer lugar, a mí mismo, por el esfuerzo, la constancia y la dedicación que he puesto en este proceso. Este logro representa el fruto de mi trabajo, sacrificio y superación personal.

A mis padres, quienes me han brindado su apoyo incondicional, amor y confianza, impulsándome a alcanzar mis metas. Gracias por ser mi mayor fuente de inspiración y por creer en mí en todo momento.

Finalmente, dedico este trabajo a todos aquellos que me han acompañado y apoyado, directa o indirectamente, en la realización de este importante proyecto en mi vida.



Agradecimiento

A mis padres, por ser mi pilar indispensable y por su apoyo constante, que me ha dado las herramientas para superar cada obstáculo en este camino.

A la Universidad Internacional SEK del Ecuador, por ofrecerme un espacio académico de excelencia, y a sus docentes, quienes con su conocimiento y dedicación han guiado mi formación.

Finalmente, a todos aquellos que, de una u otra forma, contribuyeron a la realización de esta maestría.

Resumen

La infraestructura CEGAP (Centro para Grupos de Atención Prioritaria) es una obra pública en la provincia de Orellana-Ecuador, que fue construida en el año 2022, con el fin de prestar servicios médicos y de atención de la salud.

Este proyecto pone en contexto lo que se realizó con la metodología tradicional y posibles problemas que se generaron al utilizar la misma. En este caso, se ejemplifica con un proyecto de carácter público que, por la complejidad del mismo, se produjeron cambios y retrasos en su diseño, planificación y construcción.

En base a lo que se menciona en el párrafo anterior se procede a utilizar el proyecto CEGAP e implementar la metodología BIM, en donde se conocieron los diferentes procesos que pudieron haberse optimizado en la realización de éste, tanto en el diseño, planificación, presupuesto y construcción.

Adicionalmente, gracias a la metodología BIM se pudo realizar un análisis de riesgo natural a inundaciones donde se pudo identificar que el nivel de cimentación del CEGAP es la adecuada y no tendrá afectación por desbordamiento del río Payaminó, que es el más cercano a la infraestructura, ni acumulación de agua que comprometa a la misma.

Por último, se profundiza el desarrollo de trabajo del rol de Líder de Estructura, a partir de la estructura organizacional BIM dentro de la empresa. En este análisis, se presentan sus responsabilidades y tareas fundamentales para satisfacer los requerimientos establecidos según el objetivo y alcance del proyecto.

Palabras clave:

BIM, Stakeholders, Interoperabilidad, Rol, Estructura

Abstract

The CEGAP infrastructure (Center for Priority Attention Groups) is a public work in the province of Orellana-Ecuador, which was built in the year 2022, in order to provide medical and health care services.

This project puts into context what was done with the traditional methodology and possible problems that were generated by using it. In this case it is exemplified with a public project that due to its complexity, changes and delays occurred in its design, planning and construction.

Based on what is mentioned in the previous paragraph we proceeded to use the CEGAP project and implement the BIM methodology where the different processes that could have been optimized in the realization of this project, both in the design, planning, budgeting, and construction, were known.

Additionally, thanks to the BIM methodology it was possible to perform a natural flood risk analysis where it was possible to identify that the CEGAP foundation level is adequate and will not be affected by overflowing of the Payamino River, which is the closest to the infrastructure, or water accumulation that could compromise it.

Lastly, the work development of the Structural Leader role is explored in depth, based on the BIM organizational structure within the company. This analysis outlines its key responsibilities and tasks to meet the requirements established according to the project's goals and scope.

Key words:

BIM, stakeholders, interoperability, role, structure

Índice

Lista de Tablas.....	14
Lista de Ilustraciones	16
Capítulo 1: Introducción.....	18
1.1 Descripción de la zona de influencia del proyecto	18
1.2 Detalle de la estructura y arquitectura del CEGAP	19
1.3 Detalle de exteriores	20
1.4 Detalle de las instalaciones hidrosanitarias	21
1.5 Detalle de la instalaciones eléctricas y electrónicas	21
1.6 Detalle de las instalaciones mecánicas	21
1.7 Datos de Ejecución del Proyecto CEGAP de la forma tradicional.	22
1.8 Fase de construcción	24
Capítulo 2: Desarrollo.....	27
2.1. Objetivo General	27
2.2. Objetivos Específicos	27
2.3 Justificación	28
2.3.1 Equipo BIM	28
2.3.2 Proyecto	29
Capítulo 3: Plan de Ejecución BIM	30
3.1 Desarrollo	30
3.1.1 Objetivo	30
3.1.2 Alcance	30
3.1.3 Histórico de revisiones	30

3.1.4 Proceso de cambios al plan de ejecución BIM	31
3.2. El Proyecto	31
3.2.1 Datos de Identificación	31
3.2.2 Hitos del Proyecto.....	32
3.2.3 Objetivos BIM del cliente.....	33
3.2.4 Requerimientos BIM del cliente	33
3.2.5 Documentos de referencia del proyecto	33
3.3 Usos del modelo	34
3.4 Usos previstos	35
3.5 Usos excluidos	35
3.6 Futuros usuarios	36
3.7 Entregables BIM	36
3.7.1 Listado de entregables	36
3.7.2 Nivel de detalle gráfico.....	37
3.7.3 Nivel de información no gráfica y vinculada.....	38
3.7.4 Tabla de desarrollo del modelo.....	39
3.7.5 Organización de parámetros	49
3.7.6 Organización de ficheros y modelos.....	52
3.8 Matriz de interferencias	57
3.9 Tolerancia de Colisiones	59
3.10 Configuración de plantillas.....	60
3.11 Verificación de entregables BIM.....	61
3.12 Recursos.....	62
3.12.1 Recursos humanos	62
3.12.2 Roles y responsabilidades	63

	12
3.12.3 Organigrama equipo de Trabajo	65
3.13 Recursos materiales.....	65
3.13.1 Hardware.....	65
3.13.2 Software	66
3.13.3 Mapa de softwares	67
3.14 Gestión de información	67
3.14.1 Estrategia de gestión de datos	67
3.14.2 Estrategia de gestión documental / archivos digitales	67
3.14.3 Estrategia de comunicación	68
3.15 Procesos BIM	69
Capítulo 4: Líder Estructural.....	71
4.1 Descripción del Rol	71
4.2 Objetivos del Rol	71
4.3 Funciones y responsabilidades del Rol	72
4.4 Estructura organizacional y equipo de trabajo disciplinar	74
4.5 Entorno común de datos	75
4.5.1 Estructura de Carpetas	75
4.6 Intercambio de información	77
4.7 Guía de Modelado Estructural	79
4.7.1 Nomenclatura de archivos y elementos	79
4.7.2 Nomenclatura de elementos estructurales	80
4.8 Flujos de trabajo	81
4.9 Proyecto: “Proyecto optimizado y análisis de riesgos naturales del Centro para Grupos de Atención Prioritaria (CEGAP) a través de la metodología BIM en El Coca”	82

	13
4.9.1 Inicio del proyecto	82
4.9.2 Modelado estructural BIM.....	83
4.9.2.1 Plantilla estructural	84
4.9.2.2 Codificación de elementos	87
4.9.2.3 Vinculación de archivos (RVT y DWG)	90
4.9.2.4 Modelado estructural tridimensional	90
4.9.2.5 LOD 300	94
4.9.2.6 Auditoría de interoperabilidad	95
4.9.2.6 Auditoría disciplinar	96
4.9.3 Auditoría Multidisciplinar	99
4.9.4 Cuantificación y gestión de costos estructural (5D)	101
4.10 Entregables del Líder estructural	105
4.11 Conclusiones del ROL	106
4.12 Recomendaciones del ROL	108
Capítulo 6: Conclusiones y Recomendaciones	109
6.1 Conclusiones	109
6.2 Recomendaciones	112
Capítulo 7: Referencias de Texto	113
Capítulo 8: Referencias de Ilustración	114
Capítulo 9: Anexos	115

Lista de Tablas

Tabla 1: (Elaboración Propia) Coordenadas del proyecto CEGAP.....	19
Tabla 2: (Elaboración Propia) Proyecto CEGAP metodología tradicional	22
Tabla 3: (Elaboración Propia) Contrato principal del CEGAP.	24
Tabla 4: (Elaboración Propia) Contrato complementario CEGAP 8%	25
Tabla 5: (Elaboración Propia) Orden de Trabajo CEGAP 2%.....	25
Tabla 6: (Elaboración Propia) Resumen de montos invertidos-Fase de Construcción ..	25
Tabla 7: (Elaboración Propia) Resumen de tiempo empleado-Contratos CEGAP	26
Tabla 8: (Elaboración Propia) Versiones del BEP.	30
Tabla 9: (Elaboración Propia) Datos del proyecto CEGAP.	31
Tabla 10: (Elaboración Propia) Hitos del proyecto CEGAP.....	32
Tabla 11: (Elaboración Propia) Usos BIM proyecto CEGAP.....	35
Tabla 12: (Elaboración Propia) Usos BIM no considerados.	35
Tabla 13: (Elaboración Propia) Usos BIM a futuro.	36
Tabla 14: (Elaboración Propia) Listado de entregables.	36
Tabla 15.- (Elaboración Propia) Detalle de Información.	37
Tabla 16.- (Elaboración Propia) Desarrollo de elementos.	39
Tabla 17.- (Elaboración Propia) Cotas y dimensiones.	49
Tabla 18.- (Elaboración Propia) Etiqueta arquitectónica	50
Tabla 19: (Elaboración Propia) Etiqueta estructural	50
Tabla 20.- (Elaboración Propia) Grillas, secciones, niveles y elevaciones	50
Tabla 21.- (Elaboración Propia) Plumillas	52
Tabla 22.- (Elaboración Propia) Organización de datos.	53
Tabla 23.- (Elaboración Propia) Consideraciones de prioridad en modelos	58
Tabla 24.- (Elaboración Propia) Matriz de Interferencias.....	58

Tabla 25: (Elaboración Propia) Fechas de Entregables BIM.	62
Tabla 26.- (Elaboración Propia) Equipo de trabajo.	62
Tabla 27.- (Elaboración Propia) Roles y responsabilidades.....	63
Tabla 28: (Elaboración Propia) Hardware mínimo para el proyecto.	65
Tabla 29: (Elaboración Propia) Programas BIM.....	66
Tabla 30: (Elaboración Propia) Mapa de softwares por etapas de proyecto.	67
Tabla 31: (Elaboración Propia) Estructura de subcarpetas disciplinar.....	76
Tabla 32: (Elaboración Propia) Nomenclatura de archivos estructurales.	80
Tabla 33: (Elaboración Propia) Nomenclatura de planos estructurales.	80
Tabla 34: (Elaboración Propia) Nomenclatura de elementos estructurales.....	80
Tabla 35: (Elaboración Propia) Nomenclatura de elementos estructurales CEGAP.	80
Tabla 36: (Elaboración Propia) Codificación de elementos estructurales.....	88
Tabla 37: (Elaboración Propia) Entregables Líder estructural proyecto CEGAP.	106
Tabla 38: (Elaboración Propia) Presupuesto estructural - Tradicional y BIM.....	107
Tabla 39: (Elaboración Propia) Presupuestos Determinados-Tradicional y BIM.....	110
Tabla 40: (Elaboración Propia) Datos de Planificación-Tradicional y BIM.....	111
Tabla 41: (Elaboración Propia) Anexos.	115

Lista de Ilustraciones

Ilustración 1: (Google Maps,2024) Ubicación del proyecto CEGAP.	18
Ilustración 2: (SERCOP, 2024) Tiempos del proceso Contratación Obra Pública.	23
Ilustración 3: (Elaboración Propia) Flujo Usos BIM.	34
Ilustración 4: (Elaboración Propia) Atributos físicos y mecánicos del elemento.	38
Ilustración 5: (Elaboración Propia) Configuración del Navegador del Proyecto.....	60
Ilustración 6: (Elaboración Propia) Configuración de Plantillas de vista.	61
Ilustración 7: (Elaboración Propia) Configuración de formato de entrega de planos. ...	61
Ilustración 8: (Elaboración Propia) Organigrama de equipo de trabajo.....	65
Ilustración 9: (Elaboración Propia) Flujo de Coordinación BIM.	69
Ilustración 10: (Elaboración Propia) Contrato BEC Líder estructural.	73
Ilustración 11: (Elaboración Propia) Flujo de comunicación Líder estructural.	74
Ilustración 12: (Elaboración Propia) Estructura de carpetas Líder estructural - ACC ...	76
Ilustración 13: (Elaboración Propia) Vista incidencias Líder estructural.	78
Ilustración 14:(Elaboración Propia) Vista informes de transmisión Líder estructura. ...	78
Ilustración 15: (Elaboración Propia) Flujo de trabajo Líder estructural.....	81
Ilustración 16: (Elaboración Propia) Unidades del proyecto CEGAP.	85
Ilustración 17: (Elaboración Propia) Norte real proyecto CEGAP.	85
Ilustración 18: (Elaboración Propia) Navegador estructural proyecto CEGAP.	86
Ilustración 19: (Elaboración Propia) Plantilla de vista planta estructural.	87
Ilustración 20: (Elaboración Propia) Plantilla de vista sección estructural.	87
Ilustración 21: (Elaboración Propia) Propiedades de tipo de zapata estructural.	89
Ilustración 22: (Elaboración Propia) Gestión de vínculos.....	90
Ilustración 23: (Elaboración Propia) Modelado estructural CEGAP.	91
Ilustración 24: (Elaboración Propia) Modelado acero estructural.....	92

Ilustración 25: (Elaboración Propia) Flujo de modelado estructural 3D.....	92
Ilustración 26: (Elaboración Propia) Informe de interferencias.	93
Ilustración 27: (Elaboración Propia) LOD 300 en Zapatas.	94
Ilustración 28: (Elaboración Propia) Model Checker.....	95
Ilustración 29: (Elaboración Propia) Informe de auditoría de interoperabilidad.	96
Ilustración 30: (Elaboración Propia) Matriz de interferencias estructural.	97
Ilustración 31: (Elaboración Propia) Informe de auditoría disciplinar.....	97
Ilustración 32: (Elaboración Propia) Flujo de auditoría disciplinar.	98
Ilustración 33: (Elaboración Propia) Flujo estructural-Coordinación multidisciplinar.	100
Ilustración 34: (Elaboración Propia) Conjuntos de búsqueda de estructura.....	100
Ilustración 35: (Elaboración Propia) Flujo modelado estructural 5D.	101
Ilustración 36: (Elaboración Propia) Tabla de cuantificación (zapatas).	102
Ilustración 37: (Elaboración Propia) Cost-it estructural.....	103
Ilustración 38: (Elaboración Propia) Presto, rubros modelados E01.	104
Ilustración 39: (Elaboración Propia) Presto, presupuesto E01.....	105

Capítulo 1: Introducción

El proyecto del Centro de Atención para Grupos Prioritarios (CEGAP) en la provincia de Orellana se enmarca en un esfuerzo integral para mejorar la calidad de vida de las comunidades más vulnerables. CEGAP está diseñado para ofrecer servicios especializados a diversos grupos prioritarios, incluyendo niños, mujeres, adultos mayores y personas con discapacidades. Este centro busca ser un referente en atención integral e inclusiva, brindando apoyo social, médico y psicológico a quienes más lo necesitan.

Por otro lado, la implementación de la metodología BIM (Building Information Modeling) en este proyecto es fundamental para optimizar los procesos de diseño, planificación y construcción. A través de BIM, se logra una mejor coordinación entre disciplinas, reducción de errores y una eficiente gestión de los recursos y tiempos. Además, el uso de esta tecnología permitirá anticipar y mitigar riesgos naturales, como inundaciones, asegurando una construcción más segura y sostenible en el tiempo.

1.1 Descripción de la zona de influencia del proyecto

En la Ilustración 1, se muestran los datos de ubicación del proyecto.

- Provincia: Orellana
- Cantón: Francisco de Orellana
- Parroquia: El Coca
- Barrio: Unión Imbabureña

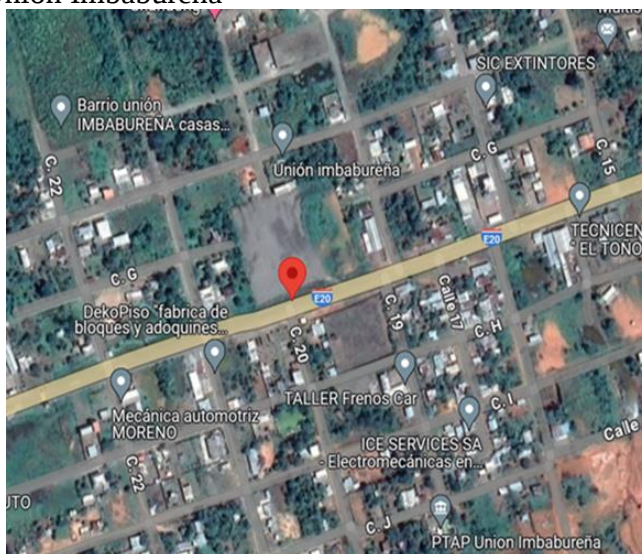


Ilustración 1: (Google Maps, 2024) Ubicación del proyecto CEGAP.

En la Tabla 1, se presentan las coordenadas de las 4 esquinas del predio donde se encuentra el CEGAP construido.

Tabla 1: (Elaboración Propia) Coordenadas del proyecto CEGAP

SISTEMA DE COORDENADAS UTM-18S		
PUNTO	E	N
P1	274500.47	9950161.23
P2	274616.02	9950193.61
P3	274643.00	9950097.31
P4	274527.45	9950064.94

1.2 Detalle de la estructura y arquitectura del CEGAP

El diseño arquitectónico se realizó en base a la necesidad prevista para este tipo de infraestructura y consta de cuatros bloques, su estructura principal es de hormigón armado.

El edificio principal cuenta con 802.34m² de área bruta y diferenciada por tres zonas repartidas de la siguiente manera;

ZONA DE ATENCIÓN

- Hall de acceso/ Sala de espera
- Recepción

ZONA DE CONSULTA

- Taller 1 y 2
- Asistencia legal
- Psicología
- Oficina de administrativa
- Terapia ocupacional
- Asistencia médica
- Archivo
- Botiquín comunitario
- Sala de atención a la mujer
- Trabajo social

ZONA DE SERVICIO

- Baños Generales
- Baños Adaptados
- Punto Limpio
- Bodega
- Utilería Limpia
- Rack Eléctrico

El bloque de máquinas cuenta con 146.22m² de área bruta, implantado en la parte posterior del edificio principal para no afectar a las demás áreas. Este bloque consta de los siguientes espacios:

- Cuarto de celdas
- Cuarto de transformadores
- Cuarto de generador
- Cuarto de máquinas

Este bloque es de gran utilidad para el abastecimiento de energía al edificio principal en todo momento.

El bloque de residuos cuenta con 52.01m² de área bruta el cual fue implantado en la parte posterior del bloque principal y separado del bloque de máquinas pues su función no puede ser expuesta, y consta de las siguientes áreas:

- Aseo y Limpieza
- Residuos Peligrosos
- Material Aprovechable
- Material común

Este bloque permite un adecuado tratamiento y aprovechamiento de los residuos.

1.3 Detalle de exteriores

Además de estos bloques, el proyecto consta de 2 garitas de guardianía en el área de acceso resguardando el edificio principal y restringiendo el ingreso de vehículos particulares por lo cual se ha colocado un área para estacionamiento público exterior y se ha incluido un área para el desembarco de buses urbanos. Además, se ha previsto la implementación de rampas para el acceso de personas con capacidades diferentes y una plaza exterior para el libre esparcimiento de la ciudadanía en general.

El cerramiento para el Centro para Grupos de Atención Prioritaria “CEGAP” abarcará el área total del terreno con un área de 1.2 ha, por lo que se pretende resguardar la infraestructura. El cerramiento lateral y posterior se lo realizará de bloque y columnas de hormigón armado y en la parte frontal se realizará un antepecho de bloque y hormigón a una altura de 0.50m y tubería metálica circular, permitiendo de esta manera visibilidad desde la parte exterior hacia el edificio principal pero así mismo resguardando.

1.4 Detalle de las instalaciones hidrosanitarias

Las instalaciones hidrosanitarias consisten en una red de tuberías, válvulas, conexiones y ramificaciones que suministran y distribuyen agua dentro de la edificación, además de evacuar los desechos. El sistema de agua potable operará a presión utilizando un tanque hidroneumático, mientras que las redes de drenaje sanitario y pluvial funcionarán por gravedad. Contará con una cisterna para el almacenamiento de agua destinada al consumo diario, así como una reserva adicional en caso de incendios.

1.5 Detalle de las instalaciones eléctricas y electrónicas

Está compuesto por una serie de circuitos eléctricos cuyo propósito es distribuir la energía eléctrica de forma eficiente y segura, integrando los dispositivos de protección y transformación requeridos para garantizar su correcto funcionamiento. Se planea utilizar un generador trifásico de 150 kVA, con una salida de 220V/127V, que estará conectado a un sistema de puesta a tierra.

1.6 Detalle de las instalaciones mecánicas

Las instalaciones mecánicas abarcan el conjunto de sistemas, equipos, ductos y estructuras que se integran a la edificación para facilitar el transporte vertical de los usuarios, mantener las condiciones ambientales mediante sistemas mecánicos (como aire acondicionado y ventilación) y satisfacer otras necesidades dinámicas del edificio, como el funcionamiento de motores para puertas automáticas.

1.7 Datos de Ejecución del Proyecto CEGAP de la forma tradicional.

A continuación, en la Tabla 2, se detalla las diferentes fases y procesos que tuvo que seguir el proyecto CEGAP y los tiempos empleados hasta su construcción.

Tabla 2: (Elaboración Propia) Proyecto CEGAP metodología tradicional

FASE	PROCESO	COMENTARIO	FECHAS
Fase de Planificación	Determinación del lugar y la factibilidad del proyecto	El barrio Unión Imbabureña decide donar un espacio para la construcción del CEGAP y se encuentra viable la ejecución de este.	Inicia febrero 2020 Fin junio 2020 4 meses
Fase de Diseño	Diseño 2D: Arquitectónico Estructural Electrónico y eléctrico Hidrosanitario Mecánico Memorias de cálculo	Se elaboran los planos independientemente según la disciplina hasta lograr la aprobación del ARCSA.	Inicia Julio 2020 Fin junio 2021 11 meses
Fase de Programación y costos	Cálculo de volúmenes de Obra, cronograma y costos	Se elabora cronograma valorado y el presupuesto de la obra.	Inicia octubre 2021 Fin junio 2021 11 meses
Fase de Pre-construcción	Permisos, Delegación de competencias y recursos.	Se tramita la delegación de competencias MSP, Permisos de Construcción Municipio Orellana y recursos SCTEA.	Inicia octubre 2021 Fin junio 2021 8 meses
Fase de construcción	Construcción de la Obra.	Se procede con la construcción de la obra encontrándose	Inicia 26-enero-2022

		problemas en el proceso.	Fin Progr. 24-jun-2022 Fin Real 27-ago-2022 7 meses
--	--	--------------------------	---

En base a la Tabla 2 y con el fin de conocer los resultados del trabajo previo a la fase de construcción se desprende la siguiente documentación:

- Planos Arquitectónicos
- Planos Estructurales
- Planos de Ingenierías
- Cronograma
- Presupuesto
- Permisos y Delegaciones

Con la documentación se procede con el proceso de contratación de la obra.

Al ser una obra pública la misma es contratada mediante el sistema de contratación pública que rige a nivel del Ecuador y que mediante normativa regula los tiempos mínimos como se observa en la Ilustración 2, mismos a cumplirse dependiendo del tipo de contratación y el presupuesto, por lo tanto, el CEGAP al ser una obra tipo Licitación tuvo el siguiente cronograma:

Descripción	Fechas	Productos	Parámetros de Calificación	Archivos
Fechas de Control del Proceso		LICO-GADPO-OP-05-21		
Fecha de Publicación	2021-11-22 20:00:00	Indicar la fecha real en la cual desea publicar el Proceso.		
Fecha Límite de Preguntas	2021-11-30 20:00:00	Fecha máxima para solicitar aclaraciones respecto al Proceso de Contratación.		
Fecha Límite de Respuestas	2021-12-03 20:00:00	Fecha máxima para solventar cualquier inquietud relacionada al Proceso de Contratación.		
Fecha Límite de Propuestas	2021-12-15 09:00:00	Fecha máxima para la entrega de propuestas.		
Fecha Apertura de Ofertas	2021-12-15 10:00:00	Fecha para la apertura de los sobres de las ofertas.		
Fecha Límite solicitar Convalidación	2021-12-21 08:45:07	Fecha máxima para que la Entidad notifique los errores de forma en las ofertas.		
Fecha Límite respuesta Convalidación	2021-12-23 09:00:00	Fecha máxima para respuestas de Convalidación de Errores.		
Fecha Estimada de Adjudicación	2021-12-30 09:00:00	Fecha estimada para la Adjudicación de la compra.		

Ilustración 2: (SERCOP, 2024) Tiempos del proceso Contratación Obra Pública.

1.8 Fase de construcción

En las Tablas 3,4 y 5 que se presentan a continuación, se pone en conocimiento cual fue el monto de contrato principal y el monto ejecutado como también las observaciones en los rubros, de igual manera de los contratos complementarios y la orden de trabajo que se generaron para concluir con el proceso constructivo.

Tabla 3: (Elaboración Propia) Contrato principal del CEGAP.

CONTRATO PRINCIPAL (1-279)		
MONTO	% EJECUTADO	MONTO EJECUTADO
\$ 1,301,738.84	88.36%	\$ 1,150,236.40
OBSERVACIONES		
RUBROS NO EJECUTADOS	RUBRO	
C1. ARQUITECTÓNICO	21, 31, 33, 37, 39, 40, 41, 42, 43, 48, 49, 59, 64	
C2. CERRAMIENTO	76, 78	
C3. HDROSANITARIO	83, 99	
C4. ELÉCTRICO	110, 129, 166	
C5. ELECTRONICO	217, 218, 219	
C6. MECANICO	226, 227, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 240, 241, 242, 243, 244, 246, 248, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 270, 271, 272, 273	
RUBROS SUPERAN 100%	RUBRO	
C1. ESTRUCTURAL	2, 3, 4, 5, 6, 10, 11, 13	
C1. ARQUITECTÓNICO	16, 17, 20, 22, 26, 29, 35, 38, 56, 60, 61, 62,	
C2. CERRAMIENTO	67, 68, 69, 70, 71, 72, 74, 75	
C3. HDROSANITARIO	80, 82, 87, 89, 90, 91, 92, 95, 97, 98, 100, 101, 102,	
C4. ELÉCTRICO	125, 137, 143, 145, 156, 157, 161, 162, 164	
C6. MECÁNICO	225, 228	

Tabla 4: (Elaboración Propia) Contrato complementario CEGAP 8%

CONTRATO COMPLEMENTARIO (1-37)		
MONTO	% EJECUTADO	MONTO EJECUTADO
\$ 104,139.02	92.44	\$ 96,269.27
OBSERVACIONES		
RUBROS NO EJECUTADOS	RUBRO	
SISTEMA CONTRA INCENDIOS	15, 16, 17, 18	
MECÁNICO	37	
RUBROS SUPERAN 100%	RUBRO	
ARQUITECTÓNICO	14	

Tabla 5: (Elaboración Propia) Orden de Trabajo CEGAP 2%

ORDEN DE TRABAJO (1-24)		
MONTO	% EJECUTADO	MONTO EJECUTADO
\$ 26,034.78	100	\$ 26,034.78

Tabla 6: (Elaboración Propia) Resumen de montos invertidos-Fase de Construcción

CONTRATOS	MONTO CONTRATADO	MONTO EJECUTADO	DIFERENCIA
CONTRATO PRINCIPAL (1-279)	\$ 1,301,738.84	\$ 1,150,236.40	\$ 151,502.44
CONTRATO COMPLEMENTARIO (1-37)	\$ 104,139.02	\$ 96,269.27	\$ 7,869.75
ORDEN DE TRABAJO (1-24)	\$ 26,034.78	\$ 26,034.78	\$ -
TOTAL	\$ 1,431,912.64	\$ 1,272,540.45	\$ 159,372.19

Tabla 7: (Elaboración Propia) Resumen de tiempo empleado-Contratos CEGAP

CONTRATO PRINCIPAL		ORDEN DE TRABAJO	
FECHA DE CONTRATO	13-ene-22	FECHA DE ORDEN DE TRABAJO	15-jul-22
FECHA INICIO OBRA	26-ene-22	FECHA INICIO OBRA	17-jul-22
PLAZO	150 días	PLAZO	42 días
FECHA FINAL DE CONTRATO	24-jun-22	FECHA FINAL DE CONTRATO	27-ago-22
Fecha de suspensión	14-jun-22	Fecha de Presentación Planilla	05-ago-22
Fecha de reinicio	04-jul-22	Fecha de reingreso 1	05-sep-22
Fecha de Presentación Planilla	05-ago-22	Fecha de reingreso 2	23-sep-22
Fecha de reingreso 1	02-sep-22	CONTRATO COMPLEMENTARIO	
Fecha de reingreso 2	20-sep-22	FECHA de CONTRATO COMPL.	20-jul-22
Ampliación 1:	10 días	FECHA INICIO OBRA	21-jul-22
Ampliación 2:	13 días	PLAZO	38 días
Ampliación 3:	10 días	FECHA FINAL DE CONTRATO	27-ago-22
Ampliación 4:	11 días	Fecha de Presentación	05-ago-22
Ampliación 5:	20 días	Fecha de reingreso 1	02-sep-22
FECHA FINAL CONT + AMP 1+2+3+4+ Sus. No. 1	27-ago-22	Fecha de reingreso 2	20-sep-22

En resumen, en las tablas presentadas se da a conocer que el proyecto CEGAP inició su proceso en FEBRERO 2020 y concluye su construcción el 27 DE AGOSTO 2022 (30 meses). Para su construcción que contemplaba 150 días se ejecutó en 213 días como detalla la Tabla 7 y se certificó presupuestariamente \$1,431,912.64 (Tabla 6) para terminar siendo ejecutada por \$1,272,540.45.

Capítulo 2: Desarrollo

2.1. Objetivo General

Comparar el desarrollo de un proyecto optimizado y el análisis de riesgos naturales del Centro para Grupos de Atención Prioritaria (CEGAP), utilizando la metodología BIM con la metodología tradicional, a fin de determinar la eficiencia y desafíos de la implementación de BIM en proyectos de infraestructura pública.

2.2. Objetivos Específicos

- Implementar la metodología BIM para la elaboración de modelos federados sea revisados y auditados del proyecto del CEGAP; y evaluar su impacto en la planificación, diseño, construcción y gestión en comparación con la metodología tradicional.
- Comparar la optimización del diseño arquitectónico, estructural y MEP del CEGAP mediante la metodología BIM frente a la metodología tradicional, evaluando aspectos de cumplimiento normativo en diseño.
- Comparar los costos y tiempos asociados con el desarrollo del proyecto del CEGAP utilizando BIM frente a la metodología tradicional, identificando posibles ahorros y mejoras en la eficiencia.
- Documentar todos los procesos, avances y lecciones aprendidas durante el desarrollo del proyecto con metodología BIM, promoviendo la mejora continua y la replicabilidad de buenas prácticas en futuros proyectos.
- Realizar un análisis del riesgo a inundación del CEGAP, implementando la metodología BIM con el fin de verificar el nivel de implantación de la infraestructura pública haciendo posible con esto la mitigación de estos riesgos.

2.3 Justificación

2.3.1 Equipo BIM

BIM Manager, su rol es crucial ya que es el responsable de la contratación del Equipo de Trabajo basado al tipo de proyecto, gestiona los recursos que cuenta la Empresa BEC S.A. y es el que otorga los permisos en las carpetas del CDE, se encarga del cumplimiento de los requerimientos del Cliente, es el facilitador de la documentación referente al CEGAP como también del BEP y demás información requirente para el Coordinador BIM y los Líderes de las disciplinas. Asegura una recopilación de datos precisos para la comparativa con la metodología tradicional, facilita un análisis exhaustivo de los beneficios y desafíos de cada enfoque en el desarrollo del CEGAP, con un foco particular en la resiliencia ante inundaciones.

Coordinador BIM, tiene un impacto significativo en la eficiencia, calidad y éxito del proyecto CEGAP. Una vez generadas las cuatro carpetas principales en el CDE bajo la Norma ISO 19650, es el encargado del diseño de carpetas en base a los requerimientos del proyecto y disciplinas intervinientes, enviará información de cumplimiento para los modelos y recibirá toda información generada por los Líderes. A la vez realizará la coordinación multidisciplinar de los modelos y remitirá el informe respectivo para la corrección de interferencias a los líderes, hasta obtener un modelo federado completo donde se incluya los cronogramas y presupuestos generados mediante metodología BIM.

El Líder Arquitectónico se encarga de la calidad y éxito del modelo arquitectónico del proyecto CEGAP. Garantiza un diseño que no solo cumple con los requisitos funcionales y estéticos sino también de su revisión y auditoría disciplinar con BIM, que a la vez aborda eficazmente los desafíos de riesgos naturales, como inundaciones. Con el modelo revisado y auditado será el encargado de generar el 5D de cada bloque que constituye el CEGAP.

El Líder Estructural se encarga de revisar y auditar el modelo con el fin de que, además que cumpla con las normas de diseño estructural también cumpla con la norma ISO 19650. Con el fin de que el proyecto CEGAP sea estable y sirva como base para cumplimiento de la norma internacional. Con el modelo revisado y auditado será el encargado de generar el 5D de cada bloque que constituye el CEGAP.

El Líder MEP se encarga de revisar y auditar los modelos de las ingenierías con el fin de que además que cumpla con las normas de diseño y con la norma ISO 19650 con el fin de que el proyecto sea estable y sirva como base para cumplimiento de la norma internacional. Con el modelo revisado y auditado será el encargado de generar el 5D de cada bloque que constituye el CEGAP. Adicionalmente, es el encargado de realizar el análisis de riesgos por inundación que permite conocer si el nivel de implantación es el adecuado o si hay que considerar realizar actividades de mitigación.

2.3.2 Proyecto

La realización del proyecto de optimización es de suma importancia ya que nos permitirá conocer la realidad de trabajar con BIM en la elaboración de proyectos.

La optimización de procesos es una de las características de BIM como también la interoperabilidad entre las diferentes disciplinas intervinientes; estos son claros ejemplos de que trabajar bajo la metodología tradicional está quedando atrás por los innumerables conflictos y retrasos que se llegan a tener en la elaboración de los documentos entregables lo que con BIM no sucede.

Adicionalmente, se presentará resultados de un uso BIM adicional por tema de riesgo natural de inundación de la edificación, en donde se permitirá verificar el adecuado nivel de cimentación del CEGAP que permitirá la toma de decisiones en el caso de ser necesario, ya que El Coca es una ciudad muy propensa a inundaciones por su nivel freático alto y la presencia de tres ríos que influyen para esto.

Capítulo 3: Plan de Ejecución BIM

3.1 Desarrollo

3.1.1 Objetivo

Comparar el desarrollo de un proyecto optimizado y el análisis de riesgos naturales del Centro para Grupos de Atención Prioritaria (CEGAP), utilizando la metodología BIM con la metodología tradicional, a fin de determinar la eficiencia y desafíos de la implementación de BIM en proyectos de infraestructura pública.

3.1.2 Alcance

Desarrollar los modelos arquitectónicos, estructurales y MEP a un nivel de información 350 y 300 para los dos últimos mismos que permitan la obtención del presupuesto y planificación del CEGAP como también una vez realizado el modelo federado se verificará la cota de implantación con la cota de inundación que se determinará con la simulación por precipitación. Se entregarán los diferentes modelos disciplinares, federado, planos 2D y documentación generada, al igual que la simulación y datos de nivel de inundación.

3.1.3 Histórico de revisiones

En la Tabla 8, se indican las versiones del documento compartido y los motivos de cambios relativos a la versión anterior.

Tabla 8: (Elaboración Propia) Versiones del BEP.

VERSIÓN	FECHA	RESPONSABLE	MOTIVO DE LA MODIFICACIÓN
1.0	15/07/2024	Edison Morales	Publicación Primera versión
2.0	15/07/2024	Edison Morales	Modificación de contenido

3.1.4 Proceso de cambios al plan de ejecución BIM

Mediante reuniones mantenidas con el equipo de trabajo BIM para el proyecto CEGAP se socializará el Plan de Ejecución BIM y de generarse o requerirse un cambio al mismo el Coordinador BIM será el encargado de generar la propuesta de cambio y misma que será aprobado por el BIM Manager.

3.2. El Proyecto

3.2.1 Datos de Identificación

A continuación, en la Tabla 9, se detalla el nombre del proyecto, el lugar, el inicio y fin de este como también una breve descripción.

Tabla 9: (Elaboración Propia) Datos del proyecto CEGAP.

Nombre del Proyecto	Optimización del Centro de Grupos de Atención Prioritaria (CEGAP) con BIM
Dirección	El Coca - Orellana
Fecha de comienzo	15 de mayo 2024
Fecha final	15 de agosto 2024
Descripción del Proyecto	El proyecto comprende la planeación, diseño y documentación para la Construcción de una edificación en estructura de hormigón armado, para lo cual se toma en cuenta ingenierías especiales que son: estructural, arquitectónica, electrónica, eléctrica, sistemas, mecánica, hidráulica e hidro-sanitaria que cumplen con los estándares en edificaciones hospitalarias. Se presentará un análisis en tiempo y costo de la elaboración con BIM a la forma tradicional como también un análisis de inundación.

3.2.2 Hitos del Proyecto

En la Tabla 10, se muestra la relación de hitos del Proyecto con entregables y fechas ya determinadas por el cliente y necesarios para la elaboración de los trabajos BIM.

Tabla 10: (Elaboración Propia) Hitos del proyecto CEGAP.

Nº	HITO	ENTREGABLE	FECHA INICIO	FECHA ENTREGA
1	Trabajos Previos			
1.1		Modelos Básicos	15/05/2024	20/06/2024
1.2		Perfil de análisis de Riesgos	15/05/2024	20/06/2024
2	Modelos			
2.1		Modelos Auditados	21/06/2024	25/07/2024
2.2		Modelo Federado	04/07/2024	25/07/2024
3	Documentación			
3.1		Modelos y Planos BIM	25/07/2024	15/08/2024
3.2		Presupuesto	01/08/2024	15/08/2024
3.3		Planificación	01/08/2024	15/08/2024
3.4		Informe de riesgo por inundación		
4	Análisis del proyecto			
4.1	Análisis de optimización metodología BIM y Tradicional		15/08/2024	22/08/2024
4.2	Análisis de riesgo por inundación		15/08/2024	22/08/2024

3.2.3 Objetivos BIM del cliente

Analizar la optimización de procesos del Proyecto CEGAP utilizando la metodología BIM en comparación con la metodología tradicional, adicionando un análisis de riesgo por inundación.

3.2.4 Requerimientos BIM del cliente

Con el fin de presentar un análisis de optimización y realizar la comparación entre BIM y la Metodología Tradicional es fundamental como parte del requerimiento los modelos revisados y auditados, costos y la planificación del CEGAP. Adicionalmente, un análisis de riesgo por inundación determinará la adecuada implantación de la edificación. Para lo cual se necesita lo siguiente:

Nivel de Desarrollo (LOD): Se requiere un Nivel de Desarrollo de LOD 350 para acabados arquitectónicos, LOD 300 para sistemas mecánicos, eléctricos y de plomería (MEP), y LOD 300 para elementos estructurales.

Entregables BIM: Modelos BIM, informes de revisión disciplinar y multidisciplinar, costo y planificación del proyecto, simulación de inundación de acuerdo a las fechas establecidas en la Tabla 10 en fechas de entrega.

Estándares a Seguir: El proyecto debe cumplir con las Normas BIM ISO 19650 y se deben seguir los lineamientos del BIMForum LOD Specification 2022.

3.2.5 Documentos de referencia del proyecto

Del Proyecto CEGAP se tiene los planos As Built y los de contratación subidos al portal de compras públicas en estos últimos podemos identificar que la metodología tradicional no entrega toda la información necesaria para la ejecución del proyecto. Se tiene el contrato de la obra que incluye el plazo de ejecución, el cronograma y el presupuesto.

La documentación que se menciona en el párrafo anterior permitirá la comparación con la documentación que se genere de trabajar con BIM.

3.3 Usos del modelo

En la Ilustración 3, se puede observar los usos del modelo como se explica a continuación:

Diseño. - Con la información inicial del proyecto se realizan los modelos tridimensionales que involucran a cada disciplina y facilitará la toma de decisiones.

Desarrollo. - Coordinación interdisciplinaria de los modelos generados y generación de documentación en referencia a costos y planificación.

Simulación y análisis. - se genera una simulación a riesgo natural por inundación.

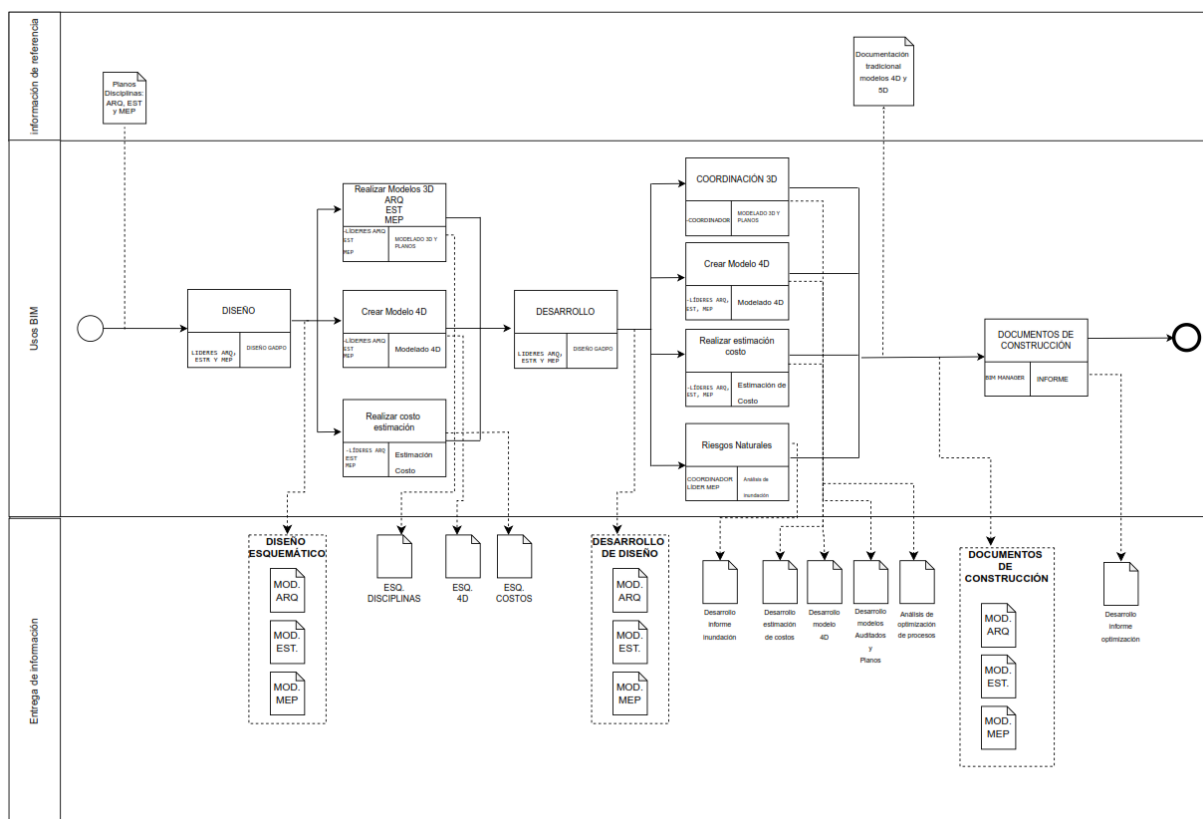


Ilustración 3: (Elaboración Propia) Flujo Usos BIM.

3.4 Usos previstos

En la Tabla 11, se explican los usos BIM que serán aplicados en el desarrollo del proyecto, en base a la fase de elaboración correspondiente y a los responsables de la actividad.

Tabla 11: (Elaboración Propia) Usos BIM proyecto CEGAP.

USO	DESCRIPCIÓN	FASE 1		FASE 2		FASE 3	
		¿Aplica?	Respons.	¿Aplica?	Respons.	¿Aplica?	Respons.
Uso 1	Modelado Disciplinas	Si	Líder Arq., Estr. Y Mep	Si	Coordinador Bim	Si	Bim Manager
Uso 2	Costos y Planificación	No		Si	Líder Arq., Estr. y Mep	Si	Bim Manager
Uso 3	Desastre Natural	No		Si	Líder Mep	Si	Bim Manager

3.5 Usos excluidos

En el proyecto se excluyen algunos usos que no aportan valor o no justifican el esfuerzo y costo de su implementación dentro del proyecto ya que no intervienen dentro del alcance y objetivos del CEGAP; como se muestra en la Tabla 12.

Tabla 12: (Elaboración Propia) Usos BIM no considerados.

Uso	Descripción	FASE 1		FASE 2		FASE 3	
		¿Aplica?	Respon.	¿Aplica?	Respon.	¿Aplica?	Respon.
Uso 1	Sostenibilidad y Eficiencia Energética	No		No		No	

Uso 2	Operación y Mantenimiento	No		No		No	
--------------	---------------------------	----	--	----	--	----	--

3.6 Futuros usuarios

En la Tabla 13, se describen los usos BIM proyectados a futuro para iniciar una nueva fase de proyecto en base a la documentación generada en fases anteriores.

Tabla 13: (Elaboración Propia) Usos BIM a futuro.

Uso	Descripción	FASE 4		FASE 5		FASE 3	
		¿Aplica?	Respon.	¿Aplica?	Respon.	¿Aplica?	Respon.
Uso 1	Modelado Disciplinas	Si	Contratista	Si	Director de Obra	Si	Usuario
Uso 2	Costos y Planificación	Si	Contratista	Si	Director de Obra	Si	Usuario
Uso 3	Desastre Natural	No		No		No	

3.7 Entregables BIM

3.7.1 Listado de entregables

Según el alcance del proyecto, es necesario cumplir con entregables dentro de las fechas establecidas de acuerdo con las fases, así como se detalla en la Tabla 14. Además, se explica el responsable de la entrega junto al formato.

Tabla 14: (Elaboración Propia) Listado de entregables.

CÓDIGO Y NOMBRE ENTREGABLE	FASE DE PROYECTO	FECHA DE ENTREGA	RESPONSABLE DE LA ENTREGA	FORMATO DE ENTREGA	MÉTODO DE ENTREGA
----------------------------	------------------	------------------	---------------------------	--------------------	-------------------

Modelos	Fase 1	20/06/2024	Líder Arq., Esto. y MEP	.rvt	Digital
	Fase 2	25/07/2024	Líder Arq., Est. y MEP Coordinador	.rvt, .nwf, nwd y nwc	Digital
	Fase 3	15/08/2024	Líder Arq., Est. y MEP Coordinador	.rvt, .pdf, .presto	Digital
Análisis de riesgo natural	Fase 2	15/08/2024	Líder MEP	.iwx	Digital

3.7.2 Nivel de detalle gráfico

Según el BIM Forum (2023), el nivel de detalle gráfico (LOD), hace referencia al grado de precisión de información geométrica debe incluir los modelos en las diferentes disciplinas del proyecto, como se indica en la Tabla 15.

Tabla 15.- (Elaboración Propia) Detalle de Información.

ROLES	LOI	BREVE DESCRIPCIÓN
Líder Arquitectura	350	El nivel de detalle y precisión de la información no gráfica es detallado, posee atributos específicos como propiedades físicas, mecánicas y datos de rendimientos además de los básicos como dimensiones, materiales y estimaciones de costos. Los elementos como puertas y ventanas se modelarán en LOD 200.
Líder Estructura	300	El nivel de detalle y precisión de la información no gráfica es detallado, posee atributos específicos como propiedades y datos de rendimientos además de los

		básicos como dimensiones, materiales y estimaciones de costos.
Líder MEP	300	En el nivel de información para modelos MEP se establecen las características y especificaciones técnicas de cada uno de sus elementos.

3.7.3 Nivel de información no gráfica y vinculada

Según el tipo de elemento que componga cada una de las disciplinas y al nivel de detalle de estas y basados en el BIMForum se determinará la información no gráfica de cada elemento del modelo BIM.

Los atributos de información no gráfica se refieren a características físicas, térmicas, mecánicas, químicas, de aspecto e inclusive codificaciones de tipo de montaje y de identidad. En el caso de que las familias y tipos utilizados no cuenten con este tipo de información, el modelador ingresará los datos correspondientes en cada caso de elemento, material o familia correspondientemente.

La información no gráfica está disponible para su lectura en la ventana de propiedades, como se muestra en la Ilustración 4.

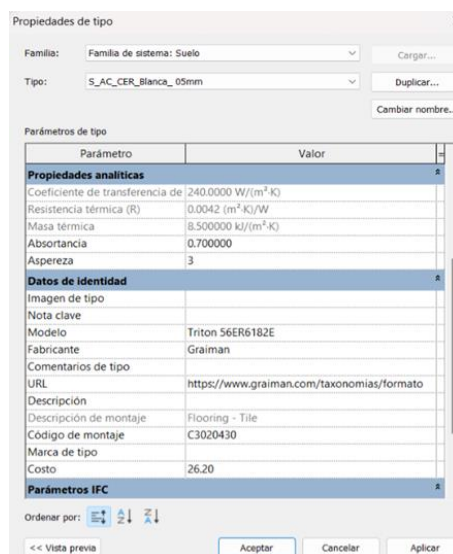


Ilustración 4: (Elaboración Propia) Atributos físicos y mecánicos del elemento.

3.7.4 Tabla de desarrollo del modelo

En la Tabla 16 se pone a consideración los criterios generales de los elementos arquitectónicos y estructurales que se utilizarán en el proyecto CEGAP.

Tabla 16.- (Elaboración Propia) Desarrollo de elementos.

MUROS				
Nomenclatura	M_Int_150mm+Enlucido			
Criterios Generales				
Tipo	Todos los tipos	Detalles	LOD	MEDICIÓN
Definición por capas	Por capa		LOD 350	M2
Vinculación elementos de referencia	Niveles y Ejes	El acabado arquitectónico por encima del nivel y vinculado a losas		
Vinculación elementos del modelo	Base-Tope por lógica bidireccional			
Jerarquías Acabados	Prioridad 2			
Jerarquías Coordinación	Prioridad 1-Estructura			
Estrategia	Según proceso constructivo			
MUROS ARQUITECTONICO				
Nomenclatura	AC_PINT_Color_02 mm			
Criterios Generales				
Tipo	Exterior	Detalles	LOD	MEDICIÓN
Definición por capas	Por capa		LOD 350	M2

Vinculación elementos de referencia	Niveles y Ejes			
Vinculación elementos del modelo	Base-Tope por lógica bidireccional			
Jerarquías Acabados	Prioridad 1	Acabado de pared hasta nivel cielo raso		
Jerarquías Coordinación	Prioridad 1-Estructura			
Estrategia	Según proceso constructivo			
MUROS CORTINA: Cerramiento Perimetral				
Nomenclatura	MC_Ext_150mm			
Criterios Generales				
Tipo	Todos los tipos	Detalles	LOD	MEDICIÓN
Definición por capas	Multicapa		LOD 300	M2
Vinculación elementos de referencia	Niveles y Ejes			
Vinculación elementos del modelo	Base-Tope por lógica bidireccional			
Jerarquías Acabados	Prioridad 1			
Jerarquías Coordinación	Prioridad 1-Estructura			
Estrategia	Según proceso constructivo	Alineación centro		

VENTANAS				
Nomenclatura	V_Al_Deslizante_ AAAxBBBmm			
Criterios Generales				
Tipo	Exterior	Detalles	LOD	MEDICIÓN
Definición por capas	N/A		LOD 200	UNIDAD
Vinculación elementos de referencia	N/A			
Vinculación elementos del modelo	Anfitrión-Paredes			
Jerarquías Acabados	Prioridad 1			
Jerarquías Coordinación	Prioridad 1-Estructura			
Estrategia	Según proceso constructivo			
PUERTAS				
Nomenclatura	P_Int_S_ XXm			
Criterios Generales				
Tipo	Interior y Exterior	Detalles	LOD	MEDICIÓN
Definición por capas	N/A		LOD 200	UNIDAD
Vinculación elementos de referencia	N/A			
Vinculación elementos del modelo	Anfitrión-Paredes			
Jerarquías Acabados	Prioridad 1			

Jerarquías	Prioridad 1-			
Coordinación	Estructura			
Estrategia	Según proceso constructivo			
PISOS: capa de acabado sobre el sobre piso nivelado de la losa estructural				
Nomenclatura	S_AC_CER_Blanca_05mm			
Criterios Generales				
Tipo	Exterior	Detalles	LOD	MEDICIÓN
Definición por capas	Por capa		LOD 350	M2
Vinculación elementos de referencia	Niveles	Modelar sobre nivel piso acabado estructural		
Vinculación elementos del modelo	Paredes			
Jerarquías Acabados	Prioridad 1			
Jerarquías Coordinación	Prioridad 1- Estructura			
Estrategia	Según proceso constructivo			
SUELO				
Nomenclatura	S_Adoquin_8cm			
Criterios Generales				
Tipo	Exterior	Detalles	LOD	MEDICIÓN
Definición por capas	Multicapa		LOD 200	M2
Vinculación elementos de referencia	Niveles	Modelar sobre nivel suelo zona exterior		

Vinculación elementos del modelo	Paredes			
Jerarquías Acabados	Prioridad 1			
Jerarquías Coordinación	Prioridad 1-Estructura			
Estrategia	Según proceso constructivo			
CIELORASO				
Nomenclatura	CR_PlacaYesoLaminado_5cm			
Criterios Generales				
Tipo	Interior	Detalles	LOD	MEDICIÓN
Definición por capas	Por capa		LOD 350	M2
Vinculación elementos de referencia	Niveles	Vincular nivel Tope superior		
Vinculación elementos del modelo	Paredes			
Jerarquías Acabados	Prioridad 2			
Jerarquías Coordinación	Prioridad 1-Estructura			
Estrategia	Según proceso constructivo	Asociado a muros		
ACERAS Y BORDILLOS				
Nomenclatura	L_H.A_Camineria_200 mm			

Criterios Generales				
Tipo	Exterior	Detalles	LOD	MEDICIÓN
Definición por capas	Multicapa		LOD 300	M2
Vinculación elementos de referencia	Planos			
Vinculación elementos del modelo	Plano de implantación			
Jerarquías Acabados	Prioridad 1			
Jerarquías Coordinación	Prioridad 1-Estructura			
Estrategia	Según proceso constructivo			
RAMPAS				
Nomenclatura	L_H.A_XXXmm			
Criterios Generales				
Tipo	Exterior	Detalles	LOD	MEDICIÓN
Definición por capas	Multicapa		LOD 300	M2
Vinculación elementos de referencia	Planos			
Vinculación elementos del modelo	Plano de implantación			
Jerarquías Acabados	Prioridad 1			
Jerarquías Coordinación	Prioridad 1-Estructura			

Estrategia	Según proceso constructivo			
CIMENTACIÓN ESTRUCTURAL				
Nomenclatura	ZAP_HA_100 x 100 x 35cm			
Criterios Generales				
Tipo	Hormigón armado	Detalles	LOD	MEDICIÓN HORMIGÓN
Definición por capas	N/A		LOD 300	M3
Vinculación elementos de referencia	Niveles	Vincular nivel base y tope desde acabado de piso losa estructural		
Vinculación elementos del modelo	Columnas			
Jerarquías Acabados	N/A			
Jerarquías Coordinación	Prioridad 1-Estructura	Volumen y refuerzo por separado		MEDICIÓN REFUERZO
Estrategia	Según proceso constructivo	Cuantificación según adquisiciones		ML
VIGAS DE CIMENTACIÓN				
Nomenclatura	VC_HA_30x40cm			
Criterios Generales				
Tipo	Hormigón armado	Detalles	LOD	MEDICIÓN HORMIGÓN
Definición por capas	N/A		LOD 300	M3

Vinculación elementos de referencia	Niveles	Vincular nivel base y tope desde zapata aislada		
Vinculación elementos del modelo	Columnas			
Jerarquías Acabados	Prioridad 1			
Jerarquías Coordinación	Prioridad 1-Estructura	Volumen y refuerzo por separado		MEDICIÓN REFUERZO
Estrategia	Según proceso constructivo	Cuantificación según adquisiciones		ML
MURO ESTRUCTURAL				
Nomenclatura	ME_HA_25cm			
Criterios Generales				
Tipo	Todos los tipos	Detalles	LOD	MEDICIÓN
Definición por capas	Por capa		LOD 300	M2
Vinculación elementos de referencia	Niveles y Ejes			
Vinculación elementos del modelo	Base-Topo por lógica bidireccional			
Jerarquías Acabados	Prioridad 1			
Jerarquías Coordinación	Prioridad 1-Estructura			
Estrategia	Según proceso constructivo			
COLUMNAS				

Nomenclatura	PI_HA_35x35cm			
Criterios Generales				
Tipo	Hormigón armado	Detalles	LOD	MEDICIÓN HORMIGÓN
Definición por capas	N/A		LOD 300	M3
Vinculación elementos de referencia	Niveles	Vincular nivel base y tope desde acabado de piso losa estructural		
Vinculación elementos del modelo	Columnas			
Jerarquías Acabados	Prioridad 2			
Jerarquías Coordinación	Prioridad 1-Estructura	Volumen y refuerzo por separado		MEDICIÓN REFUERZO
Estrategia	Según proceso constructivo	Cuantificación según adquisiciones		
VIGAS				
Nomenclatura	VI_HA_25x30cm			
Criterios Generales				
Tipo	Hormigón armado	Detalles	LOD	MEDICIÓN HORMIGÓN
Definición por capas	N/A		LOD 300	M3
Vinculación elementos de referencia	Niveles	Vincular nivel base y tope desde acabado de piso losa estructural		

Vinculación elementos del modelo	Columnas			
Jerarquías Acabados	Prioridad 2			
Jerarquías Coordinación	Prioridad 1- Estructura	Volumen y refuerzo por separado		MEDICIÓN REFUERZO
Estrategia	Según proceso constructivo	Cuantificación según adquisiciones		ML
LOSA / PISO ESTRUCTURAL				
Nomenclatura	LE_HA_5cm			
Criterios Generales				
Tipo	Hormigón armado	Detalles	LOD	MEDICIÓN HORMIGÓN
Definición por capas	Por capa		LOD 300	M3
Vinculación elementos de referencia	Niveles	Vincular nivel base y tope desde acabado de piso losa estructural		
Vinculación elementos del modelo	Columnas			
Jerarquías Acabados	N/A			
Jerarquías Coordinación	Prioridad 1- Estructura	Volumen y refuerzo por separado		MEDICIÓN REFUERZO
Estrategia	Según proceso constructivo	Cuantificación según adquisiciones		ML

3.7.5 Organización de parámetros

Dentro del proyecto CEGAP, la organización de parámetros permite mantener la coherencia, calidad y eficiencia en el uso de datos en modelos digitales, esta información se refleja en la documentación a entregar. Estos parámetros se especifican en las Tablas 17,18, 19, 20 y 21.

Tabla 17.- (Elaboración Propia) Cotas y dimensiones.

PARÁMETROS PARA COTAS - DIMENSIONES	
GRÁFICO	
Tipo de directriz	Línea diagonal
Marca	Diagonal
Grosor de línea	1
Grosor línea de marca	3
Separación entre línea de referencia	1,5mm
Patrón de eje	Center 6mm
Color	negro
TEXTO	
Cursiva	NO
Negrita	NO
Tipo letra	Century Ghotic
Altura texto	2,0mm
Desfase de texto	0,10mm
Fondo de texto	Opaco
Ubicación de texto	Encima
Color	Negro
UNIDADES	
En función de la disciplina, regirse a lo descrito en criterios generales del protocolo BIM del proyecto	
EJEMPLO	

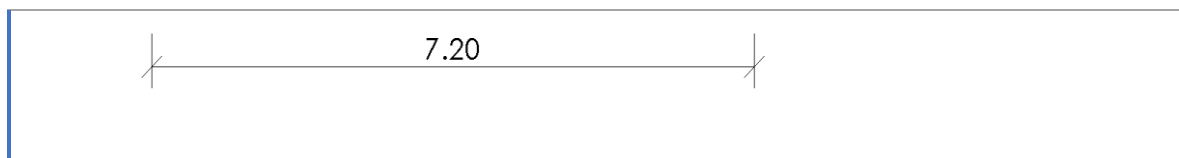


Tabla 18.- (Elaboración Propia) Etiqueta arquitectónica

PARÁMETROS DE ETIQUETA ARQUITECTÓNICA		
Tipo texto	Century Ghotic	
Tamaño texto	2,0mm	
Directriz	OK	
Punta directriz	Flecha 20 grados rellena	
Color	negro	
Ubicación texto	Lateral	

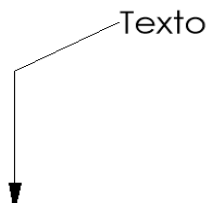


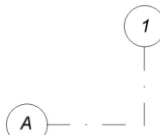
Tabla 19: (Elaboración Propia) Etiqueta estructural

PARÁMETROS DE ETIQUETA ESTRUCTURAL		
Tipo texto	Century Ghotic	
Tamaño texto	2,0mm	
Directriz	n/a	
Punta directriz	ninguno	
Color	negro	
Ubicación texto	Lateral	



Tabla 20.- (Elaboración Propia) Grillas, secciones, niveles y elevaciones

PARÁMETROS DE GRILLAS, SECCIONES, NIVELES, NORTE Y ELEVACIONES		
GRILLAS		
Las rejillas mantendrán las siguientes características		
Símbolo	extremo de rejilla	

Grosor de segmento extremo	1	
Patrón de segmento extremo	Trazo punto	
Longitud de segmento	0.025	
Burbuja	6,5 mm	Combinación alfanumérica

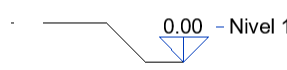
SECCIONES

Las líneas de sección mantendrán las siguientes características

Etiqueta de llamada	Llamada tipo 1	
Etiqueta de sección	Sección 1	
Texto de etiqueta	1,5 mm	
Tipo de línea	Trazo punto	
Radio de esquina	3.175	

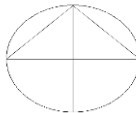
NIVELES

Las líneas de niveles mantendrán las siguientes características

Base de elevación	Punto base del proyecto	
Grosor de línea	1	
Color	negro	
Patrón de línea	trazo punto	
Símbolo	extremo de nivel	

NORTE DEL PROYECTO

Norte



ELEVACIONES

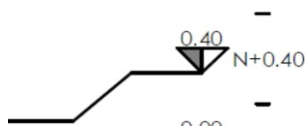


Tabla 21.- (Elaboración Propia) Plumillas

PARÁMETROS DE PLUMILLAS			
1:10	1:20	1:50	1:100
0.18	0.18	0.18	0.1
0.25	0.25	0.25	0.18
0.35	0.35	0.35	0.25
0.7	0.5	0.5	0.35
1	0.7	0.7	0.5
1.4	1	1	0.7
2	1.4	1.4	1
2.8	2	2	1.4
4	2.8	2.8	2
5	4	4	2.8
6	5	5	4
7	6	6	5
8	7	7	6
9	8	8	7
9	9	9	8

3.7.6 Organización de ficheros y modelos

Mediante la contratación de un CDE, en esta ocasión Autodesk Construction Cloud, la empresa BEC S.A. mediante el BIM Manager y el Coordinador BIM se realiza la siguiente organización de datos (Tabla 22); que se desarrolla en base a la ISO19650.

Tabla 22.- (Elaboración Propia) Organización de datos.

ORGANIZACIÓN DE LOS DATOS (carpetas Arquitectura-Estructura-MEP) CDE						
	ISO19650		Archivos/Carpetas	Accesos ROL	Concepto	Permisos
BEC						
	1 WIP			BIM Manager	*	Ver Crear Editar y Permisos 1
		01 INFORMACIÓN		Coordinador BIM-Líder Diciplina		
			01 EIR	BIM Manager	*	Ver Crear Editar y Permisos 1
			02 BEP	BIM Manager	*	Ver Crear Editar y Permisos 1
		02 NORMAS Y ESTANDARES				
			ARQUITECTURA	Líder Arq.		solo ver
			ESTRUCTURA	Líder Est.		solo ver
			MEP	Líder MEP.		solo ver
			BIM	Coordinador BIM-Líder Diciplina	*v	Ver Crear y Editar
		03 ARQUITECTURA		Coordinador BIM-Líder Arq.	**	Ver Crear Editar y Permisos 2
			01 CAD	Líder Arq.	*v	Ver Crear y Editar
			02 RTE	Líder Arq.	*v	Ver Crear y Editar
			03 RVT	Líder Arq.	*v	Ver Crear y Editar
			04 RFA	Líder Arq.	*v	Ver Crear y Editar
			05 PDF	Líder Arq.	*v	Ver Crear y Editar
			06 IFC	Líder Arq.	*v	Ver Crear y Editar
			07 CONSUMIDO	Líder Arq.	*v	Ver Crear y Editar
		04 ESTRUCTURA		Coordinador BIM-Líder Est.	**	Ver Crear Editar y Permisos 2
			01 CAD	Líder Est.	*v	Ver Crear y Editar
			02 RTE	Líder Est.	*v	Ver Crear y Editar
			03 RVT	Líder Est.	*v	Ver Crear y Editar

			04 RFA	Líder Est.	*v	Ver Crear y Editar
			05 PDF	Líder Est.	*v	Ver Crear y Editar
			06 IFC	Líder Est.	*v	Ver Crear y Editar
			07 CONSUMIDO	Líder Est.	*v	Ver Crear y Editar
		05 MEP		Coordinador BIM-Líder MEP	**	Ver Crear Editar y Permisos 2
			01 DISTRIBUCIÓN DE AGUA	Líder MEP.	*v	Ver Crear y Editar
			02 SISTEMAS DE DRENAJE	Líder MEP.	*v	Ver Crear y Editar
			03 ELÉCTTRICO	Líder MEP.	*v	Ver Crear y Editar
			04 MECÁNICO	Líder MEP.	*v	Ver Crear y Editar
			05 CONSUMIDO		*v	Ver Crear y Editar
		06 ANÁLISIS DE RIESGO		**		Ver Crear Editar y Permisos 2
			01 INFORME TÉCNICO	Coordinador BIM-Líder Diciplina		solo ver
			02 INFORMACIÓN METEREOLÓGICA	Coordinador BIM	*v	Ver Crear y Editar
			03 SIMULACIÓN	Coordinador BIM	*v	Ver Crear y Editar
		07 COORDINACIÓN		**		Ver Crear Editar y Permisos 2
			01 MODELOS FEDERADO	Coordinador BIM-Líder Diciplina	**	Ver Crear Editar y Permisos 2
			02 ANÁLISIS DE COLISIONES	Coordinador BIM-Líder Diciplina		solo ver
			03 INFORMES COLISIONES	Coordinador BIM-Líder Diciplina		solo ver
			04 PRESUPUESTO	Coordinador BIM-Líder Diciplina		solo ver
			05 CRONOGRAMA	Coordinador BIM-Líder Diciplina		solo ver
			06 AUDITORÍAS	Coordinador BIM-Líder Diciplina		solo ver

	2 COMPA RTIDO		Archivos/Carpe tas	Accesos ROL		Permisos
		01 ARQUITECT URA		Líder Arq.	*v	Ver Crear y Editar
			MODELOS IFC			
			PLANOS			
			4D Y 5D			
		02 ESTRUCTUR A		Líder Est.	*v	Ver Crear y Editar
			MODELOS IFC			
			PLANOS			
			4D Y 5D			
		03 MEP		Líder MEP.	*v	Ver Crear y Editar
			MODELOS IFC			
			PLANOS			
			4D Y 5D			
		04 COORDINAC IÓN		*v		Ver Crear y Editar
			INFORMES			
			MODELOS FEDERADOS			
		04 RIESGOS		*v		Ver Crear y Editar
			INFORME FINAL DE RIESGO			
	3 PUBLIC ADO			Accesos ROL		Permisos
				BIM Manager	*	Ver Crear Editar y Permisos 1
				Coordinador BIM		solo ver
		01 ARQUITECT URA		Coordinador BIM	*v	Ver Crear y Editar
			MODELOS IFC			
			PLANOS			
			4D Y 5D			
		02 ESTRUCTUR A		Coordinador BIM	*v	Ver Crear y Editar

			MODELOS IFC			
			PLANOS			
			4D Y 5D			
		03 MEP		Coordinador BIM	*v	Ver Crear y Editar
			MODELOS IFC			
			PLANOS			
			4D Y 5D			
		04 COORDINACIÓN		Coordinador BIM	*v	Ver Crear y Editar
			INFORMES			
			MODELOS FEDERADOS			
		04 RIESGOS		Coordinador BIM	*v	Ver Crear y Editar
			INFORME FINAL DE RIESGO			
	4 ARCHIVADO			Accesos ROL		Permisos
				BIM Manager	*	Ver Crear Editar y Permisos 1
				Coordinador BIM		solo ver
		01 ARQUITECTURA		Coordinador BIM		solo ver
			MODELOS IFC			
			PLANOS			
			4D Y 5D			
		02 ESTRUCTURA		Coordinador BIM		solo ver
			MODELOS IFC			
			PLANOS			
			4D Y 5D			
		03 MEP				solo ver
			MODELOS IFC			
			PLANOS			
			4D Y 5D			
		04 COORDINACIÓN		Coordinador BIM		solo ver
			INFORMES			
			MODELOS FEDERADOS			
		04 RIESGOS		Coordinador BIM		solo ver

			INFORME FINAL DE RIESGO			
Permisos 1*	Crear permisos, flujos de revisión, flujo incidencias y protocolos de incidencias					
Permisos 2**	Crear permisos accesos					
Ver crear y editar ***	Dentro del contenedor de la disciplina					
Ver crear y editar *v	Lo que se puedes hacer con las carpetas o lo que está dentro de las carpetas (contenedor) dentro de carpeta específica la disciplina					

3.8 Matriz de interferencias

La matriz proporciona una estructura clara que permite la identificación de resolución de conflictos, mejora de la comunicación y colaboración entre los miembros del equipo, además contribuye a mantener el aseguramiento de la calidad, el cronograma y control de costos del proyecto.

La matriz de interferencias para el CEGAP fue elaborada en base a las características que se detallan a continuación, en la Tabla 23 y 24, mismas que fueron consideradas en función de las necesidades del proyecto.

- Se especifica qué elementos y sistemas serán revisados para el análisis de colisiones, asegurando que todas las partes del modelo sean consideradas.
- Para las interacciones entre disciplinas, por medio de un sistema de categorización, dentro de la matriz se facilita la identificación de posibles puntos de conflictos, realizando la detección de colisiones más exhaustiva y sistemática.
- Se establece priorizar las colisiones que deben resolverse, esto por medio del nivel de gravedad y su impacto en el proyecto.
- Proporciona una base clara para las reuniones de coordinación, permitiendo que estas sean productivas.

- Facilita el cumplimiento de los estándares de calidad asegurando que todos los modelos se ajusten a lo detallado en el protocolo de modelado y libro de estilos.

Tabla 23.- (Elaboración Propia) Consideraciones de prioridad en modelos

CONSIDERACIONES			
PRIORIDAD DE RESOLUCIÓN EN EL MODELO			
PRIORIDAD	DEFINICIÓN DE PRIORIDAD	EJEMPLO	FASE DE DETECCIÓN (HITO)
1	Muy alta: tienen un impacto considerable en el avance del proyecto comprometiendo su funcionalidad y seguridad.	Colisiones entre elementos estructurales (vigas, columnas) y componentes críticos de ARQ y MEP.	Informe a partir del 40% del diseño desarrollado en adelante.
2	Alta: las colisiones dentro de esta categoría afectan de forma directa a la eficiencia operativa y pueden causar retrasos en el avance de los modelos.	Colisiones entre elementos arquitectónicos principales (paredes, techos,) y elementos MEP secundarios.	Informe a partir del 50% del diseño desarrollado en adelante.
3	Media: este tipo de colisiones pueden generar retrasos menores en el avance del proyecto, pero no comprometen su funcionalidad ni seguridad.	Colisiones entre elementos secundarios arquitectónicos (acabados, puertas, ventanas) y elementos MEP terciarios (ductos, cables)	Informe a partir del 70% del diseño desarrollado en adelante.
4	Baja: este tipo de colisiones son de menor importancia, puesto que no compromete la eficiencia operativa, ni funcionalidad del proyecto, estas pueden ser resueltas dentro de la fase constructiva.	Detalles de modelos arquitectónicos, estructurales, y MEP. (manijas, acero, válvulas)	Informe desde el diseño 100% desarrollado en adelante

Tabla 24.- (Elaboración Propia) Matriz de Interferencias

MATRIZ DE CHEQUEOS DE INTERFERENCIAS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
NIVEL DE GRAVEDAD	SISTEMAS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
	ARQ				EST				SAN HID			MEC			ELEC																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
PARED VENTANAS/PUERTAS PISOS CIELORASO Tolerancia = 0.5 cm				FUNDACIONES COLUMNAS VIGAS LOSA MUROS Tolerancia = 0.5 cm				TUBERÍA ACCESORIOS EQUIPOS / APARATOS SAN Tolerancia = 1.0 cm			TUBERÍA/ DUCTOS EQUIPOS ACCESORIOS Tolerancia = 1.0 cm			ILUMINACIÓN DISPOSITIVOS ACCESORIOS EQUIPOS Tolerancia = 1.0 cm																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
NIVEL DE GRAVEDAD																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
ARQ	ARQ PARED ARQ VENTANAS/PUERTAS ARQ PISOS ARQ CIELORASO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
EST	EST FUNDACIONES EST COLUMNAS EST VIGAS EST LOSA EST MUROS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
SAN HID	TUBERÍA ACCESORIOS EQUIPOS / APARATOS SAN																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
MEC	TUBERÍAS/ DUCTOS EQUIPOS ACCESORIOS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
ELEC	ILUMINACIÓN DISPOSITIVOS ACCESORIOS EQUIPOS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
<table><tr><td>D</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>N</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>N</td><td>3</td><td>2</td><td>3</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>3</td><td>2</td></tr><tr><td>D</td><td>N</td><td>2</td><td></td><td>N</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>N</td><td>2</td><td>4</td><td>3</td><td></td><td>N</td><td>N</td><td>N</td><td>N</td></tr><tr><td></td><td>D</td><td>N</td><td></td><td>N</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td></td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td></tr><tr><td></td><td></td><td>D</td><td></td><td>N</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>N</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td></td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>4</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td>D</td><td>1</td><td>1</td><td>N</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>N</td><td>N</td><td>N</td><td></td><td>N</td><td>N</td><td>N</td><td>N</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td>D</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>N</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td><td></td><td>N</td><td>3</td><td>4</td><td>2</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>D</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>N</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td><td></td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>D</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td></td><td>3</td><td>3</td><td>4</td><td></td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>3</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>D</td><td>4</td><td>3</td><td></td><td>3</td><td>3</td><td>4</td><td>3</td><td>4</td><td></td><td>3</td><td>2</td><td>4</td><td>3</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>D</td><td></td><td></td><td>N</td><td>N</td><td>N</td><td>N</td><td>N</td><td></td><td>N</td><td>N</td><td>N</td><td>N</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>D</td><td>2</td><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>3</td><td>3</td><td>4</td><td>3</td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>D</td><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>3</td><td>3</td><td>4</td><td>3</td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>D</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>3</td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>D</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>D</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>D</td><td>4</td><td></td><td></td></tr></table>																				D	1	1	2	N	2	2	2	2	3	3	N	3	2	3	2	2	2	3	2	D	N	2		N	2	2	2	2	3	3	N	2	4	3		N	N	N	N		D	N		N	1	1	2	2	3	3	2	3	3	3		3	3	3	3			D		N	2	2	2	2	3	3	N	3	3	3		3	3	3	4					D	1	1	N	1	1	1	2	N	N	N		N	N	N	N					D	1	1	1	1	1	2	N	1	2	2		N	3	4	2						D	1	1	1	1	2	N	1	2	2		2	3	3	3							D	3	3	3	3		3	3	4		2	3	4	3							D	4	3		3	3	4	3	4		3	2	4	3								D			N	N	N	N	N		N	N	N	N									D	2	3					3	3	4	3										D	2						3	3	4	3											D						4	4	4	3																	D	3	3	3																	D	3	3	3																		D	4		
D	1	1	2	N	2	2	2	2	3	3	N	3	2	3	2	2	2	3	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
D	N	2		N	2	2	2	2	3	3	N	2	4	3		N	N	N	N																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
	D	N		N	1	1	2	2	3	3	2	3	3	3		3	3	3	3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
		D		N	2	2	2	2	3	3	N	3	3	3		3	3	3	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
				D	1	1	N	1	1	1	2	N	N	N		N	N	N	N																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
				D	1	1	1	1	1	2	N	1	2	2		N	3	4	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
					D	1	1	1	1	2	N	1	2	2		2	3	3	3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
						D	3	3	3	3		3	3	4		2	3	4	3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
						D	4	3		3	3	4	3	4		3	2	4	3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
							D			N	N	N	N	N		N	N	N	N																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
								D	2	3					3	3	4	3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
								D	2						3	3	4	3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
									D						4	4	4	3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
															D	3	3	3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
															D	3	3	3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
																D	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		

La matriz de colisiones presentada en la Tabla 24, clasifica las posibles interferencias entre las disciplinas que forman parte del proyecto, todo ello en función con su nivel de gravedad y tolerancia permitida.

La categorización de las interferencias se distribuye en 4 niveles, estos son:

Categoría 1 – Muy alta (color rojo). - hace referencia a las interferencias críticas que afectan de manera directa la funcionalidad y ejecución del proyecto, requieren atención inmediata para evitar riesgos significativos.

Categoría 2 – Alta (color azul). – Son colisiones importantes que, aunque no son tan críticas como la categoría 1, podrían generar retrasos o problemas en la fase constructiva si no se gestionan en el corto plazo.

Categoría 3 – Media (color amarillo). – Son colisiones de impacto moderado que deben resolverse para evitar inconvenientes menores durante la construcción, estas interferencias no afectan de forma directa en el cronograma o rendimiento del proyecto, pero su resolución optimiza la coordinación.

Categoría 4 – Baja (Color verde). – son colisiones de menor impacto que pueden abordarse en fases posteriores sin afectar de manera significativa la ejecución del proyecto.

Además, la letra "N" indica que no aplica para la combinación de sistemas, es decir, no se espera que haya colisiones entre esos elementos específicos.

3.9 Tolerancia de Colisiones

Arquitectura vs Estructura: se establece una tolerancia de 0.5 cm, esto refleja la precisión requerida en los modelos estructurales y arquitectónicos, donde incluso pequeños desajustes pueden afectar el diseño final.

Sanitario: se plantea una tolerancia de 1.0 cm ya que los sistemas de tuberías y equipos sanitarios pueden tener cierta flexibilidad en cuanto a la ubicación de los componentes, pero se debe controlar para evitar problemas funcionales.

Mecánico vs Eléctrico: se establece una tolerancia de 1.0 cm debido a que los ductos, equipos mecánicos y eléctricos pueden manejar ajustes menores sin comprometer el funcionamiento del sistema, siempre que no sobrepasen esta tolerancia.

3.10 Configuración de plantillas

Se realiza la configuración del software Revit mismo que al ser configurado para las diferentes disciplinas permitirá el adecuado enlace entre programas, como también, la entrega documental mantendrá un mismo formato de presentación. Para lo cual, se trabajó en el navegador de proyecto, plantillas vistas y plantillas de presentación de planos, como se muestran en las Ilustraciones 5, 6 y 7 respectivamente.

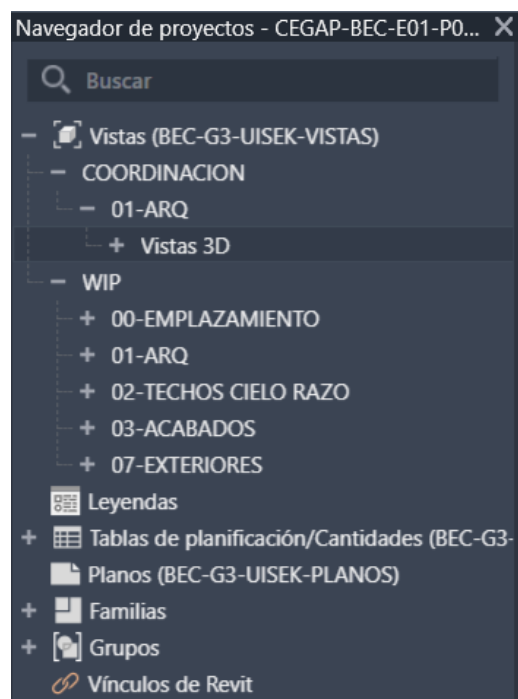


Ilustración 5: (Elaboración Propia) Configuración del Navegador del Proyecto.

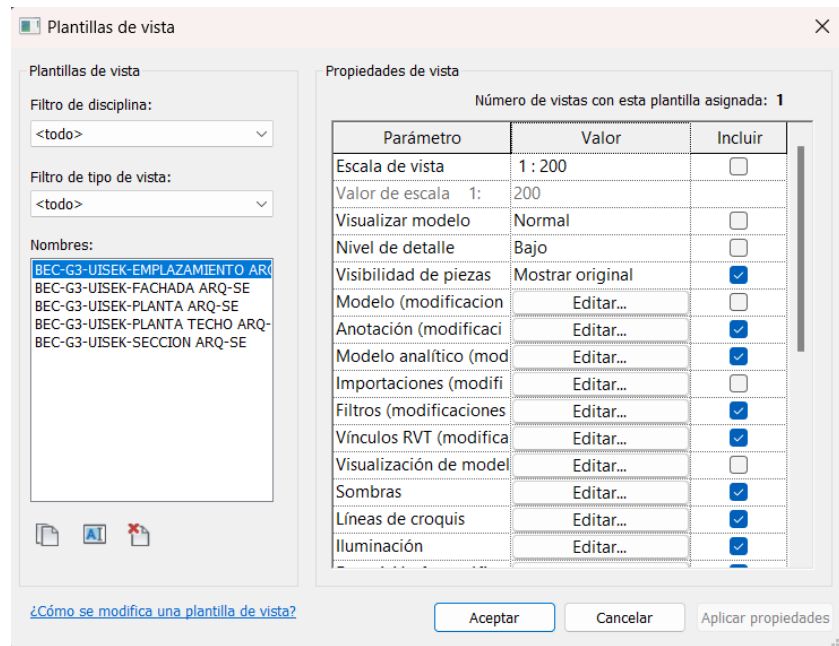


Ilustración 6: (Elaboración Propia) Configuración de Plantillas de vista.



Ilustración 7: (Elaboración Propia) Configuración de formato de entrega de planos.

3.11 Verificación de entregables BIM

El Coordinador BIM es el encargado de recibir los modelos revisados y aprobados por cada líder disciplinar. Además, es el encargado de la verificación multidisciplinar en coordinación con el BIM Manager se verifican los costos y la planificación de acuerdo con las fechas estipuladas en la Tabla 25.

Tabla 25: (Elaboración Propia) Fechas de Entregables BIM.

CÓDIGO Y NOMBRE ENTREGABLE	FASE DE PROYECTO	FECHA DE ENTREGA	RESPONSABLE DE LA ENTREGA	FORMATO DE ENTREGA	MÉTODO DE ENTREGA
Modelos Arquitectónicos, Estructurales y MEP	Fase 1	20/06/2024	Líder ARQ., ESTR. y MEP	.rvt	Digital
Modelo federado multidisciplinar	Fase 2	25/07/2024	Líder ARQ., ESTR. y MEP Coordinador	.rvt, .nwf, nwd y nwc	Digital
Planificación, Costo y documentación modelos	Fase 3	15/08/2024	Líder ARQ., ESTR. y MEP Coordinador	.rvt, .pdf, Project, .prest	Digital
Análisis de riesgo natural	Fase 4	15/08/2024	Líder MEP	.iwx	Digital

3.12 Recursos

3.12.1 Recursos humanos

En la Tabla 26, se adjuntan datos del equipo de trabajo para facilitar la comunicación de ser necesario.

Tabla 26.- (Elaboración Propia) Equipo de trabajo.

EQUIPOS DE TRABAJO / ROL	RESPONSABLE	EMPRESA	TELÉFONO	EMAIL
Equipo de Gestión de Proyecto BIM				
BIM Manager	Edison Morales	BEC S. A.	0995795974	edison.morales@uisek.edu.ec

Equipo de Diseño del Proyecto BIM				
Coordinador BIM	Jeison Quimbita	BEC S. A.	0991597230	jeison.quimbita@uisek.edu.ec
Disciplina 1				
Líder Arquitectónico	Ricardo Martínez	BEC S. A.	0992778788	ricardo.martinez@uisek.edu.ec
Disciplina 2				
Líder Estructural	Pamela Arcos	BEC S. A.	0991078942	pamela.arcos@uisek.edu.ec
Disciplina 3				
Líder MEP	Jeison Quimbita	BEC S. A.	0991597230	jeison.quimbita@uisek.edu.ec

3.12.2 Roles y responsabilidades

En la Tabla 27, se indican las responsabilidades de cada rol, que como mínimo estará formado por los siguientes integrantes del adjudicatario:

Tabla 27.- (Elaboración Propia) Roles y responsabilidades

ROL	RESPONSABILIDADES
Equipo de Diseño del Proyecto BIM	
BIM Manager	- Desarrollar los protocolos BIM de acuerdo a los EIRs (Requisitos de Información del Cliente). - Definir los objetivos y usos BIM del Cliente. - Desarrollar el Plan de Ejecución BIM (BEP). - Definir el alcance del proyecto. - Seleccionar, conformar y liderar el proyecto. - Identificar y evaluar a los agentes intervinientes en el proyecto. - Generar el plan de gestión del proyecto, incluyendo: alcance, presupuesto y cronograma. - Análisis y gestión de riesgos. - Gestionar los cambios en el proyecto. - Controlar la calidad. - Mantener el proyecto en coste y plazo.

ROL	RESPONSABILIDADES
	- Hacer el seguimiento e informar del progreso y estado del proyecto. - Desarrollar los protocolos BIM de acuerdo a los EIRs (Requisitos de Información del Cliente). - Mantener el proyecto en coste y plazo. - Hacer el seguimiento e informar del progreso y estado del proyecto.
Coordinador BIM	- Encargado del Diseño de Carpetas - Realizar diseño de carpetas en Autodesk Construction Cloud para la aprobación del BIM Manager en base a la normativa ISO-19650. - Elaborar Matriz de Interferencias - Elaboración del PEB en coordinación con el BIM Manager. - Recibir y transmitir los modelos entre las diferentes disciplinas previa verificación. - Realizar la verificación y la notificación a los Líderes de las interferencias encontradas en el modelo federado de las distintas disciplinas. - Entrega de documentos consolidados del proyecto. - Entrega de presupuesto y cronograma valorado. - Entrega de informe técnico de la resiliencia estructural frente a desastres naturales; inundación.
Líder Arq-Estr-MEP	- Generar un correcto modelado de cada disciplina del centro de salud, bajo el uso de plantillas y cumplimiento del protocolo y libro de estilo preestablecidos por la empresa. - Gestionar la información en el Entorno Común de Datos del proyecto. - Informando periódicamente al Coordinador BIM sobre los avances, de acuerdo con lo solicitado en el BEP. - Asegurar que el modelo cumpla con las buenas prácticas, por medio de auditorías en los avances del modelo, respaldado por informes que garanticen la calidad del modelo y permitan la interoperabilidad en el proyecto. - Mantener una comunicación multidisciplinar constante por medio del coordinador BIM, con el objetivo de evitar interferencias entre los modelos y lograr un proceso de trabajo eficiente. - Identificar rubros y sus cantidades a partir del modelado definitivo, para realizar la programación y el análisis presupuestal. - Cumplir con los entregables solicitados por el BIM Manager y definidos en el BEP, en relación con planos, cronograma y presupuesto, según los plazos establecidos.

3.12.3 Organigrama equipo de Trabajo

El organigrama de la Ilustración 8 refleja la estructura colaborativa y coordinada que caracteriza a los proyectos gestionados bajo la metodología BIM.

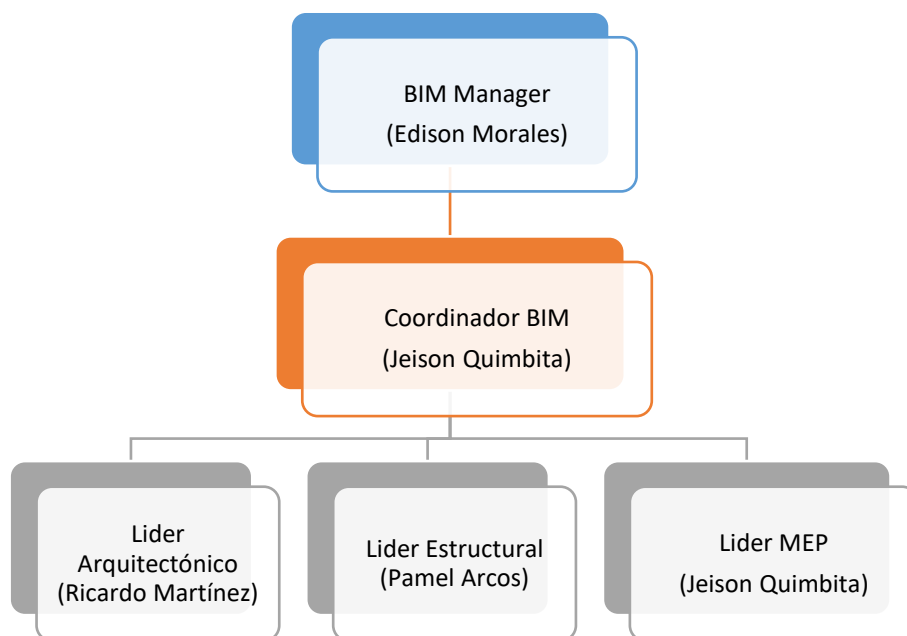


Ilustración 8: (Elaboración Propia) Organigrama de equipo de trabajo.

3.13 Recursos materiales

3.13.1 Hardware

Dentro de los recursos es importante manejar un equipo mínimo, como se muestra en la Tabla 28, para realizar el proyecto sin que tenga dificultades al abrir o correr los modelos en los diferentes softwares.

Tabla 28: (Elaboración Propia) Hardware mínimo para el proyecto.

HADWARE	AÑO	PROPÓSITO	SISTEMAS OPERATIVOS	CPU	MEMORIA RAM	RESOLUCIÓN PANTALLA	ADAPTADOR DE VIDEO
Computador gamer	2022	Uso de softwares BIM	Windows 8	COR E I7	16GB	1920X1080	GTX 1660 Ti

3.13.2 Software

En la Tabla 29, se describen los programas y los requerimientos para el adecuado funcionamiento para la elaboración del proyecto, permitiendo cumplir con el alcance.

Tabla 29: (Elaboración Propia) Programas BIM.

SOFTWARE	VERSIÓN	PROPÓSITO	SISTEMAS OPERATIVOS	CPU	MEMORIA RAM	ADAPTADOR DE VIDEO	FORMATO GENERADO
Revit	2024	Elaboración del modelo arquitectónico, estructural y MEP	Windows 8	CORE I7	8GB	GTX 1660 TI	rvt ifc
Naviswork	2024	Coordinación de modelos	Windows 8	CORE I7	8GB	GTX 1660 TI	nwf nwc ifc
Presto	2024.01	Costos y cronograma	Windows 8	CORE I7	8GB	GTX 1660 TI	presto
Infraworks	2024	Simulación	Windows 8	CORE I7	8GB	GTX 1660 TI	.iwx

3.13.3 Mapa de softwares

En la Tabla 30, se establecen los programas a utilizar para la creación, gestión, análisis y colaboración de modelos digitales del proyecto.

Tabla 30: (Elaboración Propia) Mapa de softwares por etapas de proyecto.

SOFTWARE	USO	CONTROL DE CALIDAD	PRODUCCIÓN
Revit	Modelado (ARQ-ESTR-MEP)	Model Checker	Modelos 3d y planos
Naviswork	Coordinación	Interferencias disciplinar y multidisciplinares	Modelo federado
Infraworks	Simulación		Modelo
Presto	4D Y 5D		Planificación y presupuesto

3.14 Gestión de información

3.14.1 Estrategia de gestión de datos

En base a la contratación de un CDE como Autodesk Construction Cloud utilizado para este proyecto se procede a crear un diseño de carpetas con el fin de que toda la información recopilada de CEGAP esté a disposición de los miembros de equipo de acuerdo con su requerimiento y de fácil acceso para los mismos.

3.14.2 Estrategia de gestión documental / archivos digitales

Una ventaja adicional de trabajar con un CDE como lo es Autodesk Construction Cloud es que permite la gestión documental y para lo mismo se ha realizado un diseño de carpetas donde se ha restringido su accesibilidad de acuerdo con sus competencias

además esto permite precautelar toda la información que se genere de cada disciplina, esto se puede visualizar en la Tabla 22 explicada anteriormente.

3.14.3 Estrategia de comunicación

- **Estrategia de colaboración**

La estrategia de colaboración entre agentes será el siguiente:

- Socialización entre los miembros e indicaciones de fechas de control de entregables.
- Trabajo colaborativo entre disciplinas.
- Intercambio de información y notificación de incidencias por disciplina.
- Incorporación de cambios al modelo según órdenes de cambio aprobadas por el Coordinador BIM.
- Notificación de finalización de Modelos y Documentos generados del proyecto al BIM Manager.
- Generación de Cronograma y Presupuesto.
- Informe de resultados de simulación a Riesgos Naturales por Inundación.
- Entrega a cliente de modelos BIM y derivados de modelos BIM

- **Estrategia de reportes**

El CDE implementado para el presente proyecto permite la obtención de reportes mediante Informes de Trasmisión por lo que en base a las fechas establecidas y de requerirse algún reporte por parte del BIM Manager o el Cliente este será generado de forma inmediata de los diferentes avances realizados por los líderes y Coordinador BIM.

- **Estrategia de reuniones**

Se ha elaborado un formato de reuniones mismas que se realizarán según fechas de entregables o solicitud realizada por el cliente, BIM Manager o Coordinador según se requiera, este formato deberá contener Lugar, fecha y hora de la reunión, constatación

del quórum respectivo, los puntos a tratar y los acuerdos alcanzados, el responsable y seguimiento de la fecha del entregable.

3.15 Procesos BIM

El flujo de Coordinación BIM, que se muestra en la Ilustración 9, fue diseñado para asegurar la integración interdisciplinar y el intercambio efectivo de información para el éxito del proyecto.

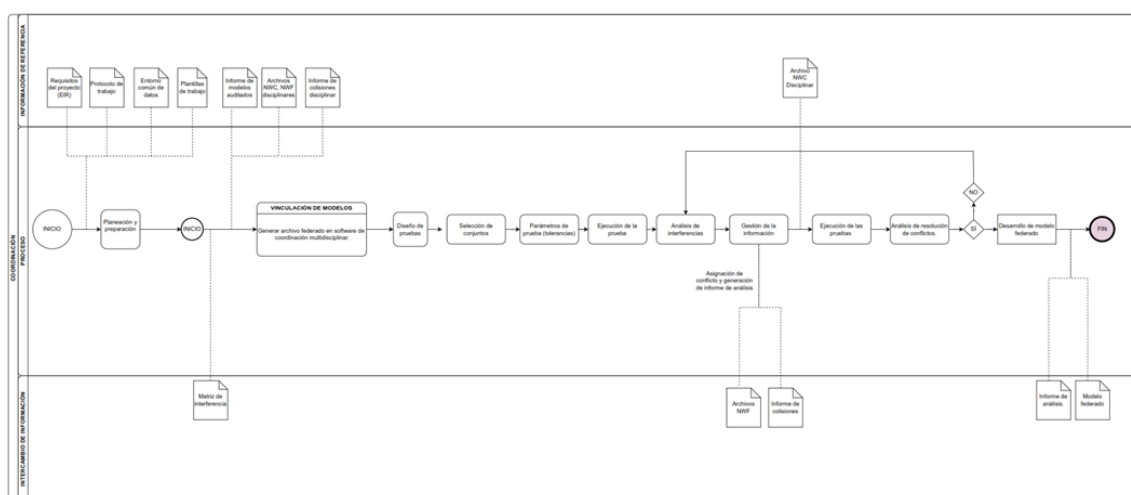


Ilustración 9: (Elaboración Propia) Flujo de Coordinación BIM.

El flujo se divide en tres fases que se detallan a continuación.

Inicio del Proceso: El proceso comienza con la planeación y preparación inicial, donde se recogen y organizan los documentos de referencia necesarios, tales como los Requisitos de Información del Proyecto (EIR), el Protocolo de Trabajo, el acceso al Entorno Común de Datos (CDE) y las Plantillas de Trabajo. Esta etapa es crucial para asegurar que todos los actores involucrados tengan una comprensión clara de los lineamientos a seguir.

Gestión de Modelado Disciplinar: Cada disciplina (Arquitectura, Estructura, MEP, etc.) gestiona su propio modelado bajo los parámetros establecidos. Los archivos

generados son auditados para garantizar su calidad y cumplimiento con los criterios establecidos en los documentos de referencia.

Vinculación de Modelos: Una vez auditados los modelos, se procede a la vinculación de estos en un software de coordinación multidisciplinar (como Navisworks), donde se crea el modelo federado. Este archivo contiene la integración de los distintos modelos disciplinarios (ARQ, EST, MEP).

Capítulo 4: Líder Estructural

4.1 Descripción del Rol

En representación de la empresa BEC, el BIM Manager ha contratado a la Arq. Pamela Arcos como líder estructural BIM en el proyecto “Proyecto optimizado y análisis de riesgos naturales del Centro para Grupos de Atención Prioritaria (CEGAP) a través de la metodología BIM en El Coca”, con el fin de que se encargue de gestionar la información y modelado estructural del proyecto utilizando el sistema BIM (Building Information Modeling), mediante la implementación y seguimiento del plan de ejecución (BEP). Su función es asegurar que los entregables, en lo que respecta a la estructura del proyecto, cumpla con el modelo estructural, planificación de construcción y costo estimado de la estructura.

En este sentido, una parte esencial del rol es la colaboración y comunicación efectiva con la disciplina de Arquitectura y MEP, involucradas en el proyecto. Por lo que, es indispensable mantener un lenguaje común entre las partes, así como entre los diferentes softwares utilizados; lo que incluye cumplir con los plazos acordados y finalizar el proyecto según su alcance.

En última instancia, el líder de estructura es quien garantiza la calidad y eficacia del trabajo de su equipo. Esto incluye, asegurarse de que las cantidades de cada elemento estructural sean precisas, para que el presupuesto y programación del proyecto obtenido sea óptimo (BIMe Initiative, 2019).

4.2 Objetivos del Rol

En base al contrato realizado por parte de la empresa BEC, el líder estructural debe cumplir con parámetros específicos en relación con el alcance del proyecto

“Proyecto optimizado y análisis de riesgos naturales del Centro para Grupos de Atención Prioritaria (CEGAP) a través de la metodología BIM en El Coca”, los mismos que detallan los objetivos específicos del rol dentro de la empresa;

- Verificar diseños y crear modelos estructurales de cada bloque del proyecto CEGAP a nivel de LOD 300.
- Auditar los modelos estructurales y presentar el informe respectivo del análisis al 100% de cada uno al coordinador BIM.
- Exportar modelos auditados en formato NWC, aptos para la coordinación disciplinar y multidisciplinar.
- Realizar el análisis de interferencias disciplinar con el fin de presentar un modelo definitivo para elaborar el presupuesto.
- Generar el presupuesto de los rubros de acuerdo con la disciplina.
- Entrega de documentación donde consten modelos 3D definitivo, modelado de aceros en el bloque principal y planos en diferentes formatos.

4.3 Funciones y responsabilidades del Rol

En busca de la optimización del proyecto CEGAP, el líder estructural parte con la gestión, seguimiento y control de un modelo estructural preciso, asegurando que cumpla con los requerimientos del proyecto y se integre correctamente con la coordinación multidisciplinar. Así mismo, seguir con los parámetros y protocolos establecidos durante la etapa de diseño y entrega de avances y documentación técnica necesaria, mediante el entorno común de datos establecido (Autodesk Construction Cloud). En este sentido, el rol debe cumplir con las responsabilidades acorde al contrato (Ilustración 10), que se describen a continuación:

- Generar un correcto modelado geométrico de la estructura de cada edificio dentro del centro de salud, bajo el uso de plantillas y cumplimiento del protocolo y libro de estilo preestablecidos por la empresa.
- Gestionar la información estructural en el Entorno Común de Datos del proyecto, informando periódicamente al Coordinador BIM sobre los avances, de acuerdo con lo solicitado en el BEP.
- Asegurar que el modelo estructural cumpla con las buenas prácticas, por medio de auditorías en los avances del modelo, respaldado por informes que garanticen la calidad del modelo y permitan la interoperabilidad en el proyecto.
- Mantener una comunicación multidisciplinar constante por medio del coordinador BIM, con el objetivo de evitar interferencias entre los modelos y lograr un proceso de trabajo eficiente.
- Identificar cantidades y rubros estructurales a partir del modelado definitivo, para realizar el análisis presupuestal de los elementos estructurales.
- Cumplir con los entregables solicitados por el BIM Manager y definidos en el BEP, en relación con planos, modelados y presupuestos estructurales, según los plazos establecidos.



Ilustración 10: (Elaboración Propia) Contrato BEC Líder estructural.

4.4 Estructura organizacional y equipo de trabajo disciplinar

En busca de la gestión, control y supervisión de los entregables estructurales dentro del proyecto, el área disciplinar se estructura en tres niveles, compuesta por el coordinador BIM (externo), el líder estructural y los modeladores (interno). En este sentido el líder es el encargado de mantener la comunicación con áreas externas a la disciplina, para intercambiar información; y dentro de la disciplina para crear la información necesaria según el BEP, como se muestra en la Ilustración 11.

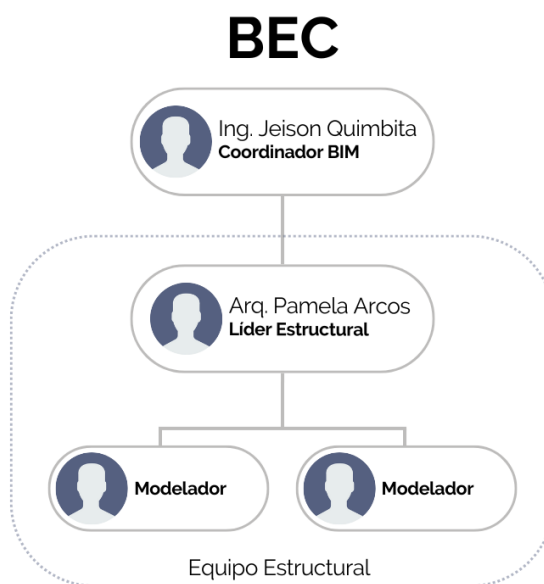


Ilustración 11: (Elaboración Propia) Flujo de comunicación Líder estructural.

El líder estructural es el encargado de guiar a los modeladores para el desarrollo de modelos federados dentro de la planificación establecida por la empresa CEGAP. A medida que se realizan los avances, el líder es responsable de auditar los modelos estructurales periódicamente, identificar errores y solicitar cambios respectivos a su equipo de trabajo. A su vez, entregar los modelos aptos para el intercambio de información al Coordinador BIM, con informes que corroboren la calidad de este.

4.5 Entorno común de datos

Para garantizar la interoperabilidad dentro del proyecto, la empresa BEC utiliza la plataforma de Autodesk Construction Cloud como entorno común de datos, el cual es un software de gestión de la construcción. Tiene como objetivo principal el intercambio de información eficiente entre los involucrados del proyecto (Autodesk University, 2024). La nube se organiza con carpetas y subcarpetas, como se muestra en la ilustración 12, las misma que se manejan con restricciones dependiendo los permisos que se le otorga a cada participante por parte del BIM Manager.

4.5.1 Estructura de Carpetas

En el caso de la disciplina estructural, el líder estructural tiene el permiso de trabajo en la carpeta “01 WIP” y tres subcarpetas. En primera instancia, como se muestra en la Ilustración 12, el líder tiene acceso a la subcarpeta “01 INFORMACIÓN”, en donde encuentra información de gestión y técnica para el inicio del proyecto. En este sentido, la información base para el desarrollo de los modelos estructurales, consta en planos arquitectónicos y estructurales en PDF al igual que archivos 2D (As Built) del proyecto.

La segunda subcarpeta compartida es “02 NORMAS Y ESTANDAR”, en donde el líder tiene acceso solo como lector. Aquí se ubica la información de estandarización para el trabajo de modelado. Por último, la subcarpeta disciplinar “04 ESTRUCTURAS”, en donde el líder tiene completa libertad de trabajo, ya que es la carpeta destinada a la generación de información estructural.

Archivos

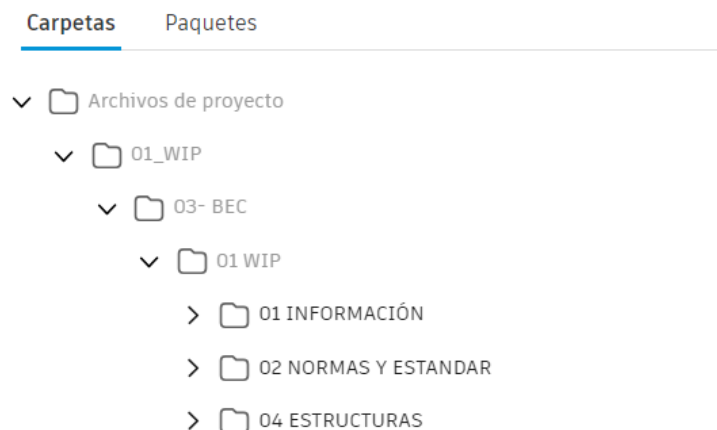


Ilustración 12: (Elaboración Propia) Estructura de carpetas Líder estructural - ACC

Dentro de la subcarpeta disciplinar, se encuentra una serie de subcarpetas con funciones específicas para la organización, entrega y cumplimiento de información estructural, la misma que se describe en la Tabla 31;

Tabla 31: (Elaboración Propia) Estructura de subcarpetas disciplinar.

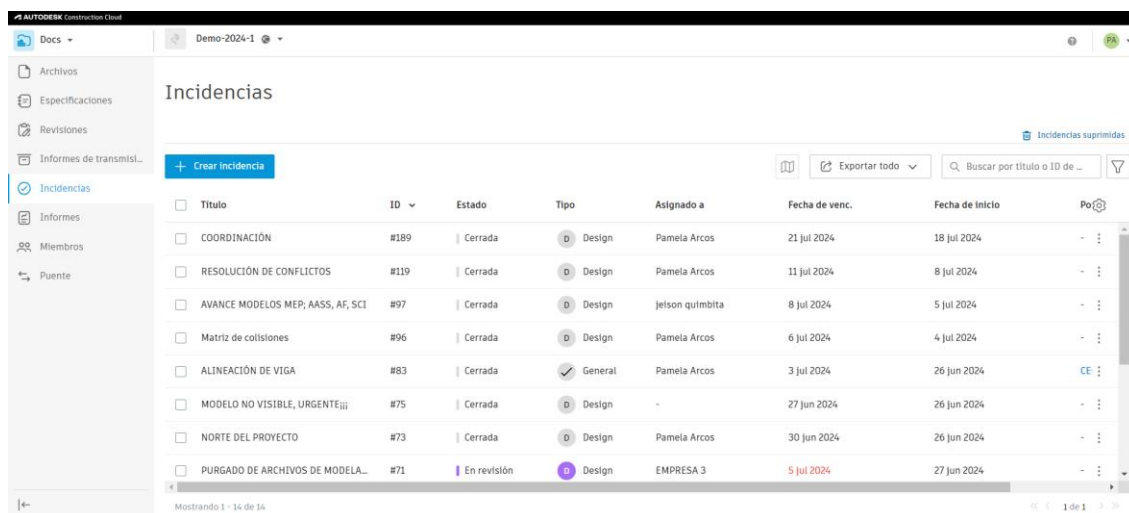
SUBCARPETA	FUNCIÓN
01 CAD	Subcarpeta que incluye archivos CAD con información estructural del proyecto.
02 RTE	Subcarpeta en donde se encuentra el archivo de plantilla estructural, en formato RTE, para el modelado del proyecto.
03 RVT	Subcarpeta destinada a la entrega de avances del modelo estructural en formato RVT, además de informes de auditoría de cada archivo, en formato PDF.
04 RFA	Subcarpeta que contiene familias de Revit, utilizadas en el modelo estructural.
05 PDF	Subcarpeta con información técnica generada a partir del modelado estructural, en formato PDF.

06 IFC	Subcarpeta que muestra el archivo IFC del modelado estructural, para el intercambio de información abierto.
07 CONSUMIDO	Subcarpeta que contiene avances de modelos auditados de la disciplina arquitectura, en formato RTV, con el fin de vincular con el modelo estructural.
COORDINACIÓN	Subcarpeta que presenta archivos en formato NWC y NWF, del modelo en conjunto del proyecto, al igual que informes de interferencias en formato PDF, en relación con la coordinación disciplinar y multidisciplinar.

4.6 Intercambio de información

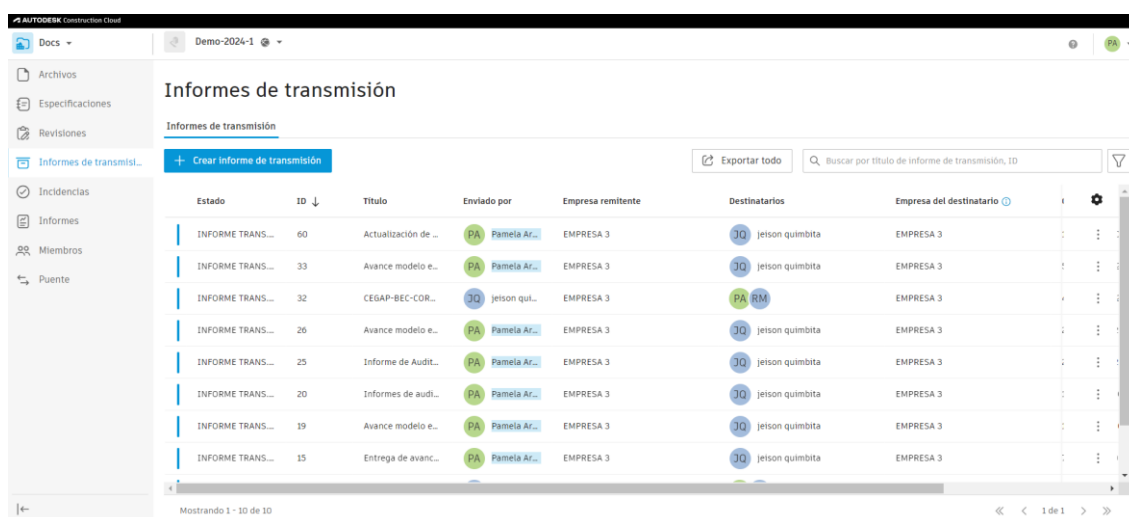
Autodesk Construction Cloud al ser el entorno común de datos, es el canal oficial de intercambio de información en el proyecto “Proyecto optimizado y análisis de riesgos naturales del Centro para Grupos de Atención Prioritaria (CEGAP) a través de la metodología BIM en El Coca”. En este sentido, la documentación se comparte y notifica el avance del modelo, actualizaciones o interferencias, en la nube por medio de informes de transmisión o incidencias dependiendo del caso. De esta forma, estos métodos son los únicos procesos válidos para intercambiar información del progreso o estados de avance de archivos estructurales en la plataforma ACC.

En este sentido, las incidencias, Ilustración 13, son utilizadas cuando se identifica situaciones a resolver o se requiere comunicar al Coordinador BIM mejoras en documentos del proyecto. Por otro lado, el informe de transmisión, Ilustración 14, se orienta a realizar una entrega de información formal de uno o más documentos, de esta manera dentro del proyecto se comparte información estructural auditada y archivos finales (Autodesk BIM 360, 2024).



Titulo	ID	Estado	Tipo	Asignado a	Fecha de venc.	Fecha de inicio	Por
COORDINACIÓN	#189	Cerrada	Design	Pamela Arcos	21 Jul 2024	18 Jul 2024	-
RESOLUCIÓN DE CONFLICTOS	#119	Cerrada	Design	Pamela Arcos	11 Jul 2024	8 Jul 2024	-
AVANCE MODELOS MEP; AASS, AF, SCI	#97	Cerrada	Design	Jeison quimbita	8 Jul 2024	5 Jul 2024	-
Matriz de colisiones	#96	Cerrada	Design	Pamela Arcos	6 Jul 2024	4 Jul 2024	-
ALINEACIÓN DE VIGA	#83	Cerrada	General	Pamela Arcos	3 Jul 2024	26 Jun 2024	CE
MODELO NO VISIBLE, URGENTE	#75	Cerrada	Design	-	27 Jun 2024	26 Jun 2024	-
NORTE DEL PROYECTO	#73	Cerrada	Design	Pamela Arcos	30 Jun 2024	26 Jun 2024	-
PURGADO DE ARCHIVOS DE MODELA...	#71	En revisión	Design	EMPRESA 3	5 Jul 2024	27 Jun 2024	-

Ilustración 13: (Elaboración Propia) Vista incidencias Líder estructural.



Estado	ID	Titulo	Enviado por	Empresa remitente	Destinatarios	Empresa del destinatario
INFORME TRANS...	60	Actualización de ...	PA Pamela Ar...	EMPRESA 3	JQ jeison quimbita	EMPRESA 3
INFORME TRANS...	33	Avance modelo e...	PA Pamela Ar...	EMPRESA 3	JQ jeison quimbita	EMPRESA 3
INFORME TRANS...	32	CEGAP-BEC-COR...	JQ jeison qui...	EMPRESA 3	PA RM	EMPRESA 3
INFORME TRANS...	26	Avance modelo e...	PA Pamela Ar...	EMPRESA 3	JQ jeison quimbita	EMPRESA 3
INFORME TRANS...	25	Informe de Audit...	PA Pamela Ar...	EMPRESA 3	JQ jeison quimbita	EMPRESA 3
INFORME TRANS...	20	Informes de audi...	PA Pamela Ar...	EMPRESA 3	JQ jeison quimbita	EMPRESA 3
INFORME TRANS...	19	Avance modelo e...	PA Pamela Ar...	EMPRESA 3	JQ jeison quimbita	EMPRESA 3
INFORME TRANS...	15	Entrega de avanc...	PA Pamela Ar...	EMPRESA 3	JQ jeison quimbita	EMPRESA 3

Ilustración 14:(Elaboración Propia) Vista informes de transmisión Líder estructural.

Para complementar la comunicación eficiente entre los involucrados del proyecto, se dispone de canales de comunicación alternos, necesarios para realizar reuniones. En donde se discuta el estado del proyecto, se realicen observaciones y se den avisos importantes. Por lo que, la empresa recurre a utilizar plataformas como WhatsApp, Zoom y Google Meet.

4.7 Guía de Modelado Estructural

Dentro del trabajo disciplinar, se requiere el modelado estructural del proyecto, utilizando el software Revit 2024. Sin embargo, para esto se requiere una guía de modelo en donde se refleje la estructura u organización requerida para el proyecto, en relación con el cumplimiento del libro de estilo y protocolo de la empresa.

4.7.1 Nomenclatura de archivos y elementos

Dentro del protocolo, se establecen estándares que necesariamente los líderes disciplinares deben aplicar al momento de trabajar en el proyecto. En el caso de la disciplina de estructura, el líder estructural debe asegurar que su equipo cumpla con cierta nomenclatura en el momento de nombrar los archivos que genera.

Al tener de proyecto un centro de salud conformado por cinco edificios se ve necesario definir un orden entre las estructuras, para trabajar bajo un mismo lenguaje entre las disciplinas. Para esto la empresa define el siguiente orden:

- **E01:** Bloque principal
- **E02:** Cuarto de máquinas
- **E03:** Cuarto de residuos sólidos
- **E04:** Garita 1
- **E05:** Garita 2
- **ZZ:** Conjunto de edificios

Bajo este criterio y según el estándar internacional ISO 19650, la nomenclatura de los documentos y planos se define en la Tabla 32 y 33:

Tabla 32: (Elaboración Propia) Nomenclatura de archivos estructurales.

NOMENCLATURA DE ARCHIVOS	
Proyecto-Organización-Zona-Nivel-Tipo de Documento- Disciplina	CEGAP-BEC-E01-P00-AUD-EST

Tabla 33: (Elaboración Propia) Nomenclatura de planos estructurales.

NOMENCLATURA DE PLANOS	
Proyecto-Organización-Disciplina-Zona-Nivel-Número de Documento	CEGAP-BEC-EST-E01-200

4.7.2 Nomenclatura de elementos estructurales

Dentro del modelado estructural, se crea un lenguaje común para cada tipo de elemento estructural que conforma el proyecto. Para esto, se utiliza las abreviaturas establecidas y se define la nomenclatura en la Tabla 34 y 35:

Tabla 34: (Elaboración Propia) Nomenclatura de elementos estructurales.

NOMENCLATURA DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES	
Abreviatura de elemento estructural_ Material_medida	ZAP_HA_150X150X35cm

Tabla 35: (Elaboración Propia) Nomenclatura de elementos estructurales CEGAP.

CATEGORÍA	NOMENCLATURA
Cimentación estructural	ZAP_HA_150X150X35cm
Vigas de cimentación	VC_HA_30X40cm

Muro estructural	PI_HA_35X35cm
Columnas	M_HA_25cm
Vigas	VI_HA_30X40cm
Losa/piso estructural	LE_HA_5cm

4.8 Flujos de trabajo

Los flujos de trabajo representan de manera clara los procesos que se deben realizar para cumplir con la metodología BIM dentro de un proyecto. En este sentido, existen flujos para las actividades que se realizan dentro de cada disciplina. Los mismos, se desarrollan en tres niveles correspondiendo a la información de entrada, el proceso del flujo como tal y la información de salida o entregable.

Dentro de la empresa BEC, en la disciplina estructural se trabaja en la entrega del modelo estructural e información técnica, siguiendo el flujo correspondiente a la Ilustración 15, para facilitar el intercambio de información, la eficiencia del trabajo y garantizar la calidad de los archivos.

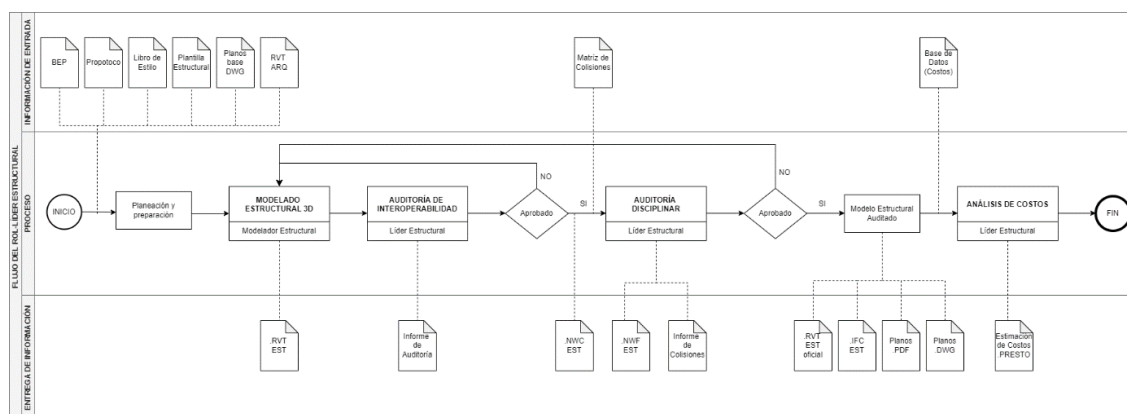


Ilustración 15: (Elaboración Propia) Flujo de trabajo Líder estructural.

El flujo de trabajo disciplinar general, se divide en tres momentos en los que se desarrollan actividades principales para la entrega de información. El primer momento corresponde a realizar el modelado estructural 3D correctamente auditado. Para realizar esto, se recibe toda la información necesaria para el trabajo estructural, esto incluye información técnica base, normativas o estandarizaciones y avances arquitectónicos.

Una vez que se aprueba el modelado auditado, se trabaja en el segundo momento que corresponde a la auditoría disciplinar. Para esto se recibe la matriz de colisiones y se genera el archivo correspondiente, en donde se reflejan las pruebas de colisiones entre elementos estructurales para garantizar la calidad del modelo. Por último, al obtener el modelo federado de la disciplina se realiza el análisis de costos correspondiente y se generan los entregables.

4.9 Proyecto: “Proyecto optimizado y análisis de riesgos naturales del Centro para Grupos de Atención Prioritaria (CEGAP) a través de la metodología BIM en El Coca”

4.9.1 Inicio del proyecto

El trabajo en la disciplina de estructura empieza con la entrega de documentación necesaria del proyecto al líder estructural, por parte del BIM Manager y el Coordinador BIM, por medio del entorno común de datos (ACC).

En base a los permisos otorgados al líder estructural en Autodesk Construction Cloud, el BIM Manager comparte en la carpeta “01 INFORMACIÓN” el documento EIR y BEP (Revisar anexo 1 y 2) para la revisión y constancia del alcance, objetivos, requerimiento y entregables del proyecto. Además de información técnica del centro de salud CEGAP, a nivel de planos en formato PDF y archivo DWG; como documentación base para el modelado estructural.

En la carpeta “02 NORMAS Y ESTANDAR”, el coordinador BIM entrega el protocolo de modelado y libro de estilo, información valiosa para empezar con el modelado bajo parámetros solicitados tanto por la empresa como por normativa. Asimismo, se incluyen documentos de estándares y normativas que se deben considerar dentro del trabajo disciplinar, para cumplir con la metodología BIM.

Por último, en la carpeta “04 ESTRUCTURA”, el Coordinador BIM comparte el modelado arquitectónico del conjunto, en formato RTV, revisado y auditado. Este archivo se encuentra dentro de la subcarpeta “07 CONSUMIDO”, presentando información referencial importante para el modelado estructural, ya que proporciona la base necesaria para iniciar la interacción con las demás disciplinas del proyecto.

Al recopilar información sobre los requerimientos de la empresa como el cliente, al igual que los parámetros que debe cumplir el modelado estructural y documentación técnica del proyecto; el líder estructural da inicio al desarrollo del proyecto, en relación con el trabajo disciplinar.

4.9.2 Modelado estructural BIM

Dentro del proyecto BIM, “Proyecto optimizado y análisis de riesgos naturales del Centro para Grupos de Atención Prioritaria (CEGAP) a través de la metodología BIM en El Coca”, el modelado estructural consiste en crear una representación digital detallada de los elementos estructurales que contiene el centro de salud, incluyendo elementos como cimentación, pilares, vigas, losas y muros. Este proceso permite gestionar la información correspondiente al sistema estructural y facilita la visualización del proyecto, así como, la detección y resolución de interferencias.

En esta línea, el líder estructural es responsable de crear un modelo 3D en Revit 2024, utilizando estrictamente la plantilla estructural de la empresa, el protocolo previamente definido por el BIM Manager y los parámetros requeridos en el plan de ejecución BIM (BEP). El modelo debe reflejar el sistema estructural del proyecto con un nivel de desarrollo (LOD) 300. Para esto, se requiere un archivo por cada bloque y un modelo del conjunto del proyecto, además, según el contrato, se debe incluir el modelado de acero únicamente en el bloque principal del centro de salud.

Los avances del modelo deben ser compartidos en Autodesk Construction Cloud, en la carpeta “WIP”, específicamente en la subcarpeta “RTV”, que se encuentra dentro de “04 ESTRUCTURA”. Así mismo, se debe cargar las actualizaciones de los archivos semanalmente, junto con el informe de transferencia dirigido al coordinador BIM.

De esta manera, el líder estructural inicia la creación del modelado estructural del conjunto del proyecto, nombrando el archivo central (RTV) bajo los parámetros del protocolo y normativas establecidas, de la siguiente manera: “CEGAP-BEC-ZZ-ZZZ-M3D-EST”

4.9.2.1 Plantilla estructural

La plantilla estructural fue desarrollada por el BIM Manager, en colaboración con el líder estructural, quien brindó apoyo técnico en el proceso. Una vez que la plantilla estuvo definida, el BIM Manager compartió formalmente la información, a través de un informe de transmisión en la plataforma ACC. Con esta plantilla, se asegura que el líder estructural automáticamente trabaje con un modelo estandarizado, garantizando consistencia y calidad en el proyecto.

El líder estructural carga la plantilla en el archivo REVIT, correspondiente al modelado disciplinar. Por lo que, se define automáticamente el sistema métrico que será utilizado en el modelado estructural (Ilustración 16). Así mismo, se incorpora el norte real y norte del proyecto en el archivo (Ilustración 17). Los mismo, que se detallan en las imágenes a continuación:

Unidades de proyecto

Disciplina:

Unidades	Formato
Ángulo	12.35°
Área	1234.57 m ²
Coste por área	1235 \$/m ²
Distancia	1234.57 [m]
Longitud	1234.57 [m]
Densidad de masa	1234.57 kg/m ³
Ángulo de rotación	12.35°
Pendiente	12%
Velocidad	1234.6 km/h
Duración	1234.6 s
Volumen	1234.57 m ³
Divisa	1234.57

Símbolo decimal/agrupación de cifras:

Ilustración 16: (Elaboración Propia) Unidades del proyecto CEGAP.

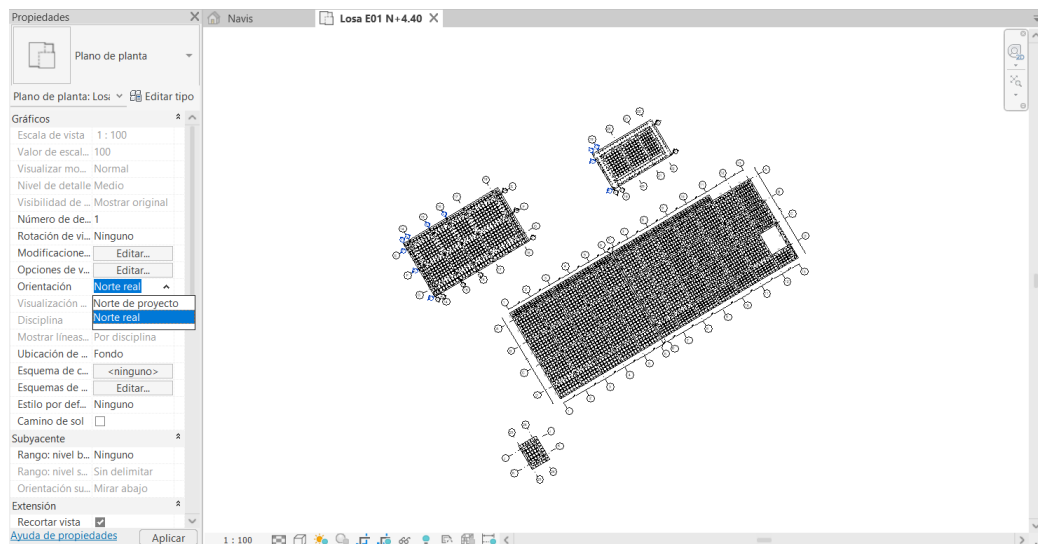


Ilustración 17: (Elaboración Propia) Norte real proyecto CEGAP.

Un aspecto importante que se genera en el archivo es el navegador de proyecto (Ilustración 18), el cual está organizado en dos carpetas, “COORDINACIÓN” y “WIP”. Dentro de la primera carpeta se encuentra la vista de “Navis”, correspondiente a la vista 3D para la coordinación multidisciplinar. La segunda carpeta se estructura por varias subcarpetas, en donde se incorporan las distintas vistas según el elemento o contenido estructural a generar. Esta disposición se replica para la estructura de tablas y planos.

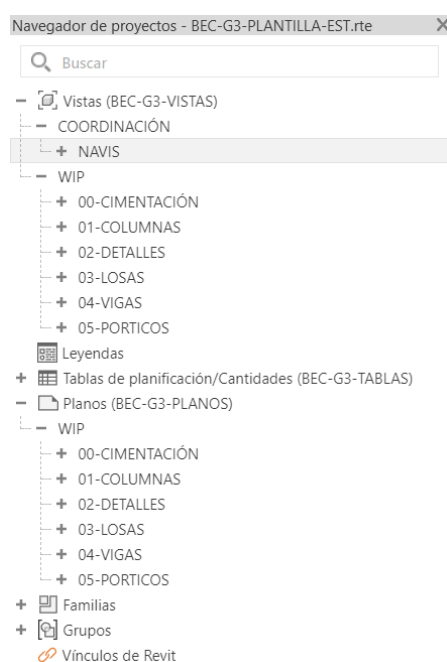


Ilustración 18: (Elaboración Propia) Navegador estructural proyecto CEGAP.

Además, se integran plantillas de visualización, que controlan la información que se muestra en vistas específicas del modelo, estandarizando aspectos como escala, colores, visualización de elementos, entre otros. De esta manera se logra coherencia y eficiencia en la presentación estructural del proyecto. Por ejemplo, plantilla de vista planta estructural y plantilla de vista sección estructural, que se muestran en la Ilustración 19 y 20.

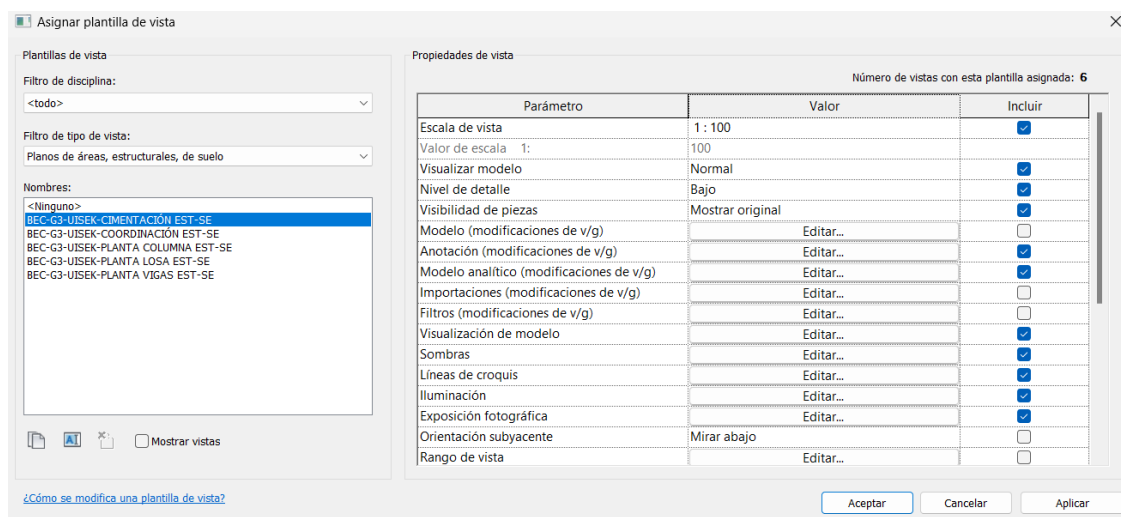


Ilustración 19: (Elaboración Propia) Plantilla de vista planta estructural.

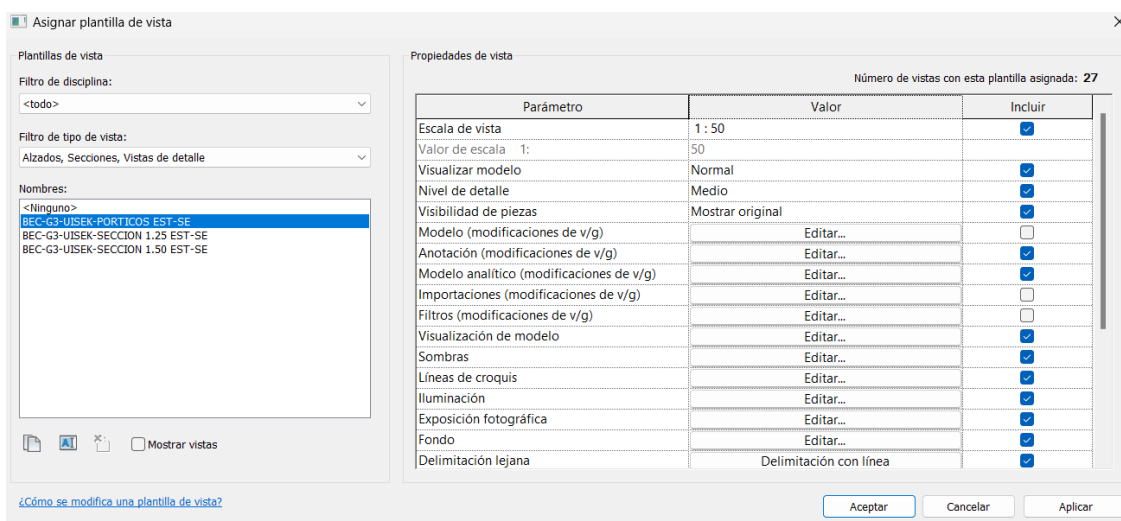


Ilustración 20: (Elaboración Propia) Plantilla de vista sección estructural.

4.9.2.2 Codificación de elementos

Como se mencionó anteriormente, el protocolo de modelado y el libro de estilo (Anexo 3), proporcionan pautas claras sobre nomenclaturas para el proyecto, asegurando que cada componente estructural esté identificado de acuerdo con estándares previamente establecidos.

El proyecto “CEGAP” se compone de cinco edificaciones, por lo que se ve apropiado utilizar codificaciones en los elementos estructurales, en las marcas de tipo, para trabajar de forma ordenada en el archivo en conjunto. De esta manera, en el modelado de cada tipo de elemento se utiliza la nomenclatura correspondiente y se identifican con un código secuencial según el orden del bloque al que pertenece. Para entender este criterio, se ejemplifica el elemento de zapatas en la Tabla 36.

Tabla 36: (Elaboración Propia) Codificación de elementos estructurales.

EDIFICIO	FAMILIA	TIPO	MARCA DE TIPO
E01	CEGAP-BEC-F09-XX-CIMENTACIÓN-EST	ZAP1_HA_100 x 100 x 35cm	ZAP1
		ZAP2_HA_100 x 330 x 35cm	ZAP2
		ZAP3_HA_100 x 600 x 35cm	ZAP3
		ZAP4_HA_100 x 325 x 35cm	ZAP4
		ZAP5_HA_100 x 250 x 35cm	ZAP5
	Losa de cimentación	ZAP6_HA_35 cm	ZAP6
	CEGAP-BEC-F09-XX-CIMENTACIÓN-EST	ZAP7_HA_100 x 575x 35cm	ZAP7
		ZAP8_HA_100 x 495x 35cm	ZAP8

		ZAP9_HA_100 x 350 x 35cm	ZAP9
E02	CEGAP-BEC-F09-XX-CIMENTACIÓN-EST	ZAP10_HA_150 x 150 x 35cm	ZAP10
		ZAP11_HA_175 x 175 x 35cm	ZAP11
E03	CEGAP-BEC-F09-XX-CIMENTACIÓN-EST	ZAP12_HA_150 x 150 x 30cm	ZAP12
E04-E05	CEGAP-BEC-F09-XX-CIMENTACIÓN-EST	ZAP13_HA_125 x 125 x 30cm	ZAP13

Esta configuración se realiza en las propiedades de tipo de cada elemento estructural que será utilizado en el modelo del proyecto. Además, en estos parámetros se define el tipo de material de los elementos, de acuerdo con el nivel de detalle especificado en el plan de ejecución BIM, como se muestra en la Ilustración 21.

Propiedades de tipo

Familia: CEGAP-BEC-F09-XX-CIMENTACIÓN-EST

Tipo: ZAP1_HA_150 x 150 x 35cm

Parámetros de tipo

Parámetro	Valor
Cotas	
Anchura	1.5000
Longitud	1.5000
Grosor de cimentación	0.3500
Datos de identidad	
Código de montaje	
Imagen de tipo	
Nota clave	
Modelo	
Fabricante	
Comentarios de tipo	
URL	
Descripción	
Costo	
Descripción de montaje	
Marca de tipo	ZAP1
Número OmniClass	
Título OmniClass	
Nombre de código	
Parámetros IFC	

¿Qué hacen estas propiedades?

<< Vista previa

Aceptar Cancelar Aplicar

Ilustración 21: (Elaboración Propia) Propiedades de tipo de zapata estructural.

4.9.2.3 Vinculación de archivos (RVT y DWG)

Antes de arrancar con el modelado estructural es necesario vincular el archivo arquitectónico (Ilustración 22), en formato RVT, previamente compartido por el coordinador BIM. Ya que, se utiliza como referencia para establecer los ejes reales del proyecto y asegurar la correcta implantación de los edificios. Adicional a esto, se vincula el archivo base DWG para arrancar con el modelo estructural de los edificios conforme al orden establecido previamente.

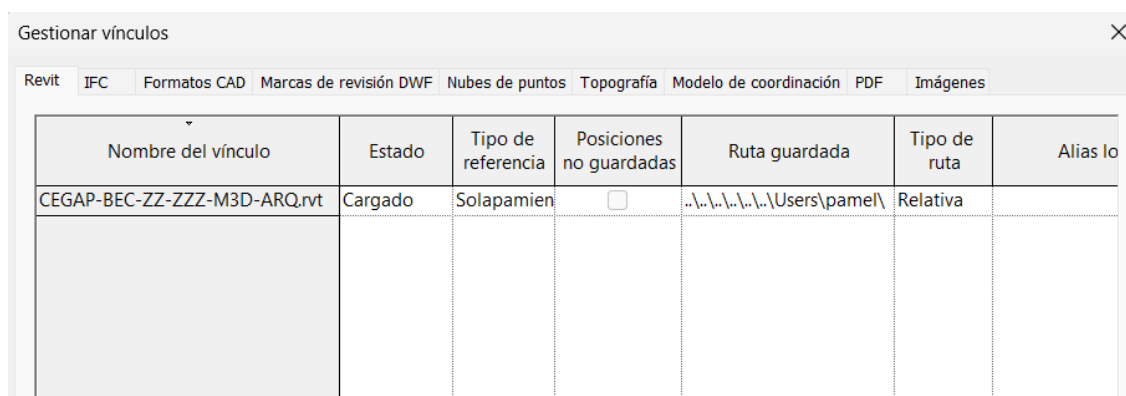


Ilustración 22: (Elaboración Propia) Gestión de vínculos.

4.9.2.4 Modelado estructural tridimensional

Al tener toda la información necesaria para el inicio del proyecto, el líder estructural comienza con el modelado de los elementos estructurales de cada edificio que conforman el proyecto “CEGAP”. Para esto, se consideran los cinco edificios que componen el proyecto por lo que, se establece que el modelado de cada edificio se va a realizar en base al orden establecido previamente. En este sentido se inicia con el modelado estructural del bloque principal, seguido del cuarto de máquinas, el cuarto de residuos sólidos y por último las dos garitas.

En primera instancia se decide modelar a los edificios en archivos individuales con niveles correspondientes a cada edificación. Sin embargo, al tener los modelos listos, estos archivos se unen en un solo documento de conjunto de todo el proyecto, con el objetivo de facilitar la comunicación disciplinar, obteniendo como resultado lo que se muestra en la Ilustración 23.

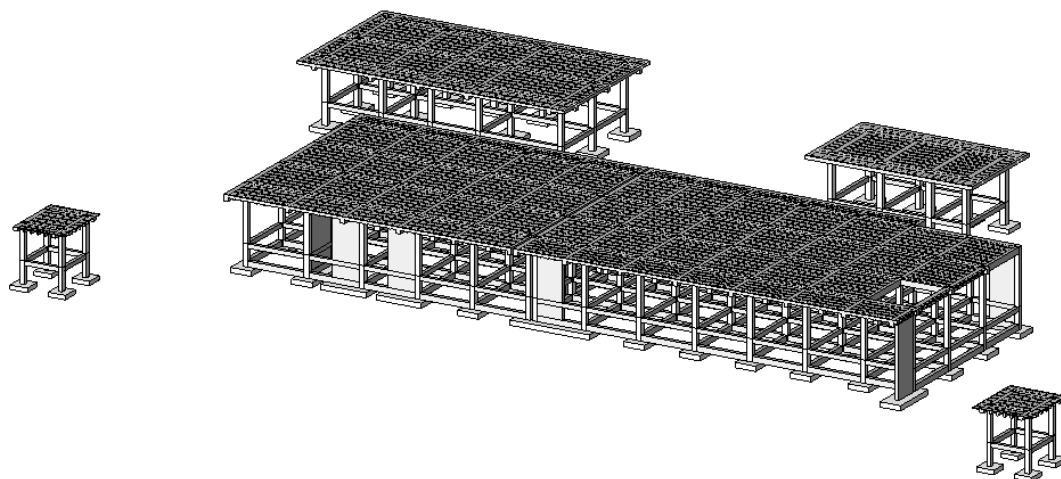


Ilustración 23: (Elaboración Propia) Modelado estructural CEGAP.

En los modelos se detalla el sistema estructural de cada edificio a nivel LOD 300, incluyendo materiales, elementos constructivos, dimensiones y una representación gráfica de la información. En el caso del proyecto “CEGAP”, se visualiza un sistema estructural de hormigón armado que se compone por zapatas aisladas y corridas, vigas de cimentación, columnas, vigas principales, muros y losa nervada. Adicional a esto, de acuerdo con el BEP, se realiza el modelado del acero estructural únicamente en el bloque principal del proyecto (Ilustración 24).

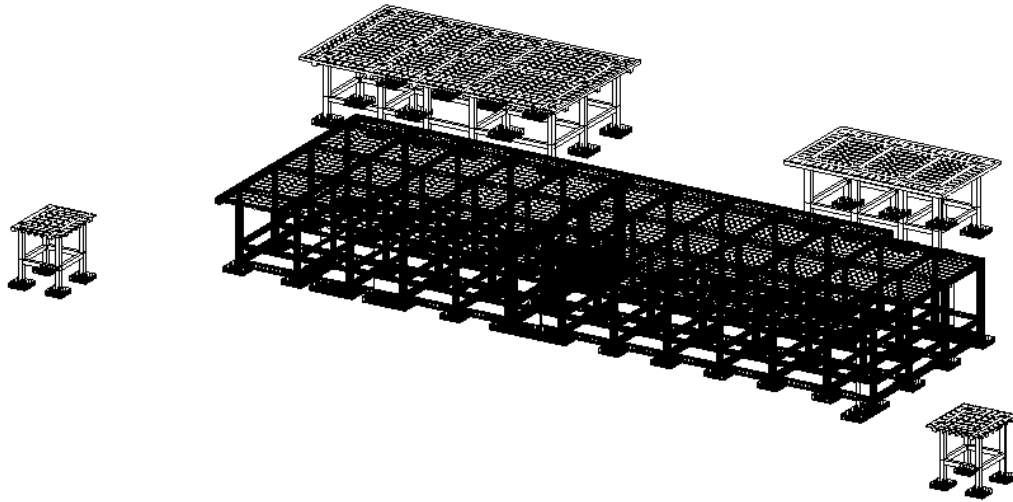


Ilustración 24: (Elaboración Propia) Modelado acero estructural.

Durante el modelado de los bloques se comparten avances semanalmente de acuerdo con el plan de ejecución BIM de la empresa. Los archivos se cargan en la plataforma de Autodesk Construction Cloud en la carpeta “WIP”. Este proceso se notifica al coordinador BIM mediante informes de transmisión, para que éste pueda revisar los modelos, verificar el trabajo del equipo estructural y compartir a las demás disciplinas. El flujo correspondiente a este proceso de modelado tridimensional se muestra en la Ilustración 25.

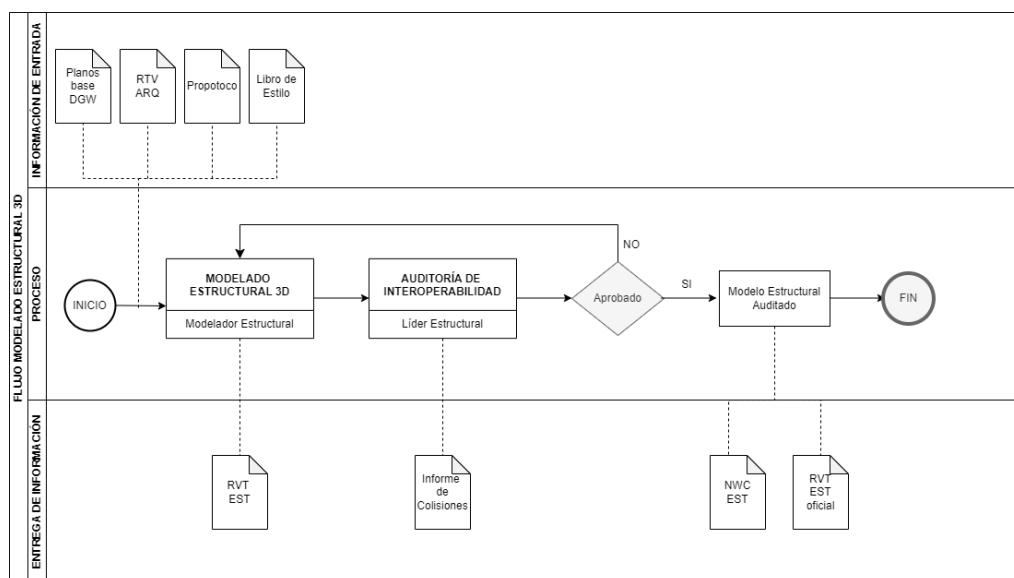


Ilustración 25: (Elaboración Propia) Flujo de modelado estructural 3D.

Este proceso ayuda a identificar interferencias o errores en el modelado por parte del coordinador BIM. De ser el caso el coordinador comunica el problema al líder estructural a través de interferencias en la cual se especifica el tema a solucionar. Una vez solventado el inconveniente los archivos son actualizados en la plataforma y el líder estructural responde la incidencia con la información correspondiente, como se muestra en la Ilustración 26.

Issue detail

#83: ALINEACIÓN DE VIGA

Status **Closed**

Type ☒ General > General



Standard fields

Description	PAMELA, POR FAVOR ALINEAR LA CARA DE VIGA CON LA CARA DE LA COLUMNA POR FAVOR, DE ESTA MANERA EVITAMOS COMPLICACIONES AL MOMENTO DE MODELAR EL ACERO.
Assigned to	Pamela Arcos (EMPRESA 3)
Created by	jeison quimbata (EMPRESA 3)
Created on	Jun 26, 2024
Location	—
Location details	—
Due date	Jul 3, 2024
Start date	Jun 26, 2024
Placement	CEGAP-BEC-E01-P00-M3D-EST.rvt
Root cause	—

Comments

 Pamela Arcos Jul 5, 2024, 1:13 AM UTC-05:00	Se sube el modelos estructurales con vigas alineadas
--	--

Ilustración 26: (Elaboración Propia) Informe de interferencias.

Es importante mencionar que en el transcurso del modelado el líder estructural es responsable de revisar que los archivos se mantengan sin “advertencias de modelado”, de otro modo, el líder estructural asigna a los modeladores la resolución de la advertencia. Este proceso se realiza con el fin de evitar errores en la cuantificación de materiales e incoherencias entre elementos estructurales.

4.9.2.5 LOD 300

Según el BIM Forum, el Nivel de Desarrollo (LOD), define las características de representación suficiente de un elemento; para mostrar aspectos como forma, tamaño y ubicación dentro del proyecto. En este sentido, en el nivel LOD 300, los elementos están geoméricamente definidos de manera específica y cuentan con la información necesaria para ser utilizados en el diseño, análisis y coordinación del proyecto (BIMForum, 2023).

Dentro del modelado 3D de los cinco bloques que conforman el proyecto, todos elementos estructurales están modelados con LOD 300, lo cual se requiere en el BEP para el análisis de coordinación y modelado 4D y 5D del centro de salud. De esta manera, los parámetros de los elementos se especifican en cuanto a información gráfica y no gráfica como la ubicación, tamaño, forma y cantidad exactas al diseño (Ilustración 27). Además, se desarrollan en base a una codificación de, familia, tipo y marca de tipo como se explicó anteriormente.

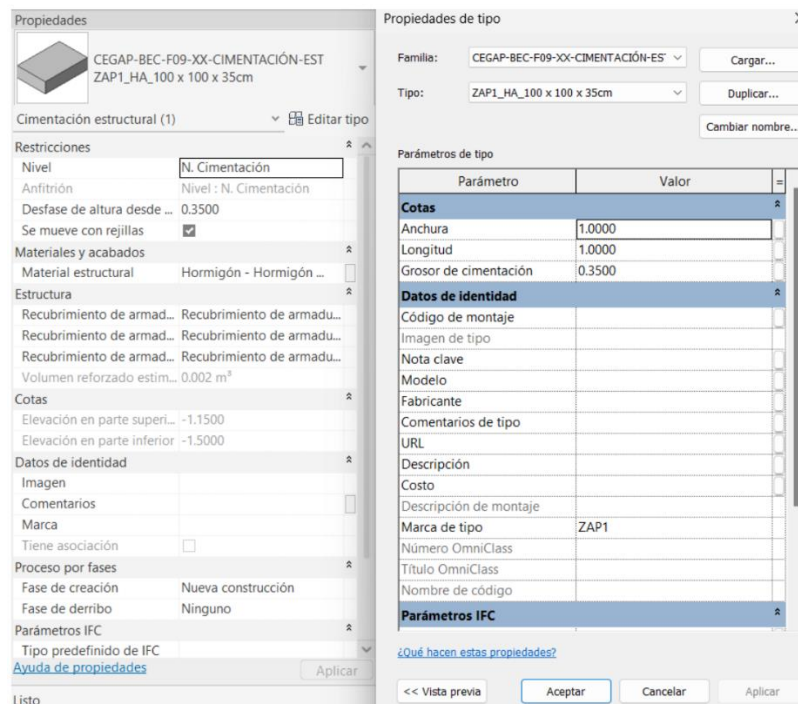


Ilustración 27: (Elaboración Propia) LOD 300 en Zapatas.

De esta forma, se obtienen modelos tridimensionales gráficamente fieles a la realidad. Además, que los bloques están lo suficientemente detallados para desarrollar información técnica de documentación, planificación y coordinación disciplinar.

4.9.2.6 Auditoría de interoperabilidad

Para continuar con el flujo de modelado tridimensional (Ilustración 25), es responsabilidad del líder estructural que los modelos sean capaces de cumplir con la interoperabilidad dentro del proyecto. Para esto, es necesario auditar modelos en base a normativas o estandarizaciones previamente establecidas por el BIM Manager.

Así, se entrega modelos auditados de cada bloque en archivos individuales y del proyecto en conjunto. Las auditorías se realizan con la herramienta Model Checker dentro de Revit, utilizando los parámetros de “las mejores prácticas” del año 2024 (Ilustración 28). Esto, con el fin de que los archivos conserven calidad, para que los modelos sean aptos para compartir información estructural al coordinador y éste pueda realizar el intercambio de información.

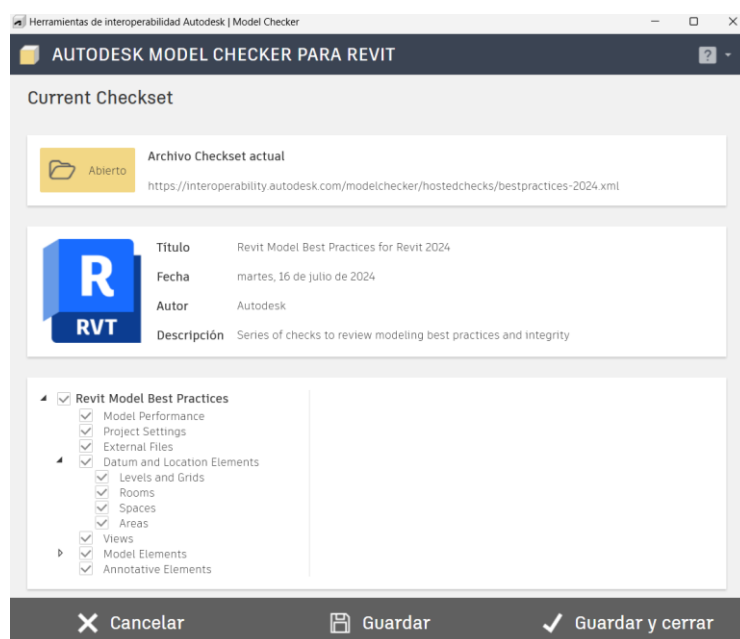


Ilustración 28: (Elaboración Propia) Model Checker.

Al realizar la corrida el líder estructural es el responsable de verificar que no se encuentren errores internos en los modelos, que puedan afectar la calidad del proyecto. Por lo que, se asegura que el Informe de Chequeos esté al 100% en cada uno de los archivos estructurales como se muestra en la Ilustración 29. Cabe mencionar, que este informe es compartido en formato PDF, al coordinador BIM por medio del ACC.

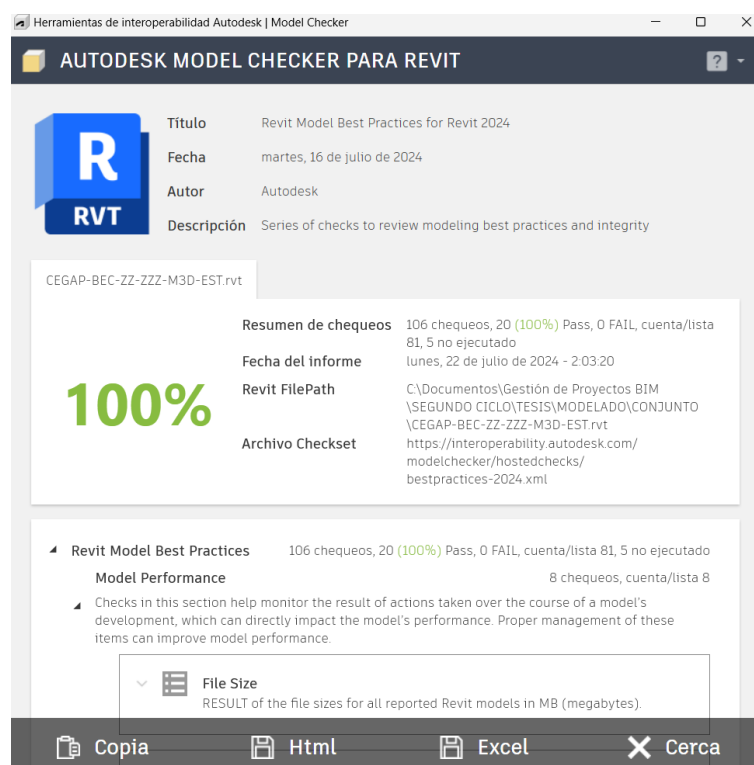


Ilustración 29: (Elaboración Propia) Informe de auditoría de interoperabilidad.

4.9.2.6 Auditoría disciplinar

Al igual que la auditoría de interoperabilidad, el líder estructural debe realizar una auditoría disciplinar para identificar interferencias entre elementos de la misma disciplina. Con esto se garantiza un modelo sin duplicidades ni colisiones, apto para que el coordinador BIM incluya el archivo en la coordinación multidisciplinar.

Para realizar la coordinación disciplinar de estructura, según el plan de ejecución BIM, se utiliza el software Navisworks; por lo que es necesario exportar un archivo NWC del modelado en Revit, en donde únicamente se visualice el modelo 3D. Dentro del archivo es necesario realizar carpetas de selección y conjuntos de búsqueda de los elementos, con lo que se realizan pruebas de interferencias entre elementos. El líder estructural debe tomar como referencia la matriz de colisiones (Ilustración 30) entregada por el coordinador BIM, para realizar las pruebas necesarias según el proyecto y el rango de tolerancia asignado.

		ARQ				EST			
NIVEL DE GRAVEDAD	ARQ	PARED	VENTANAS/PUERTAS	PISOS	CIELORASO	FUNDACIONES	COLUMNAS	VIGAS	LOSA
	EST					MURS			
		Tolerancia = 0.5 cm				Tolerancia = 0.5 cm			
	ARQ	D	1	1	2	N	2	2	2
	EST	D	N	2	2	N	2	2	2
			D	N		N	1	1	2
				D		N	2	2	2
					D	D	1	1	N
						D	1	1	1
							D	1	1
								D	1
									D

Ilustración 30: (Elaboración Propia) Matriz de interferencias estructural.

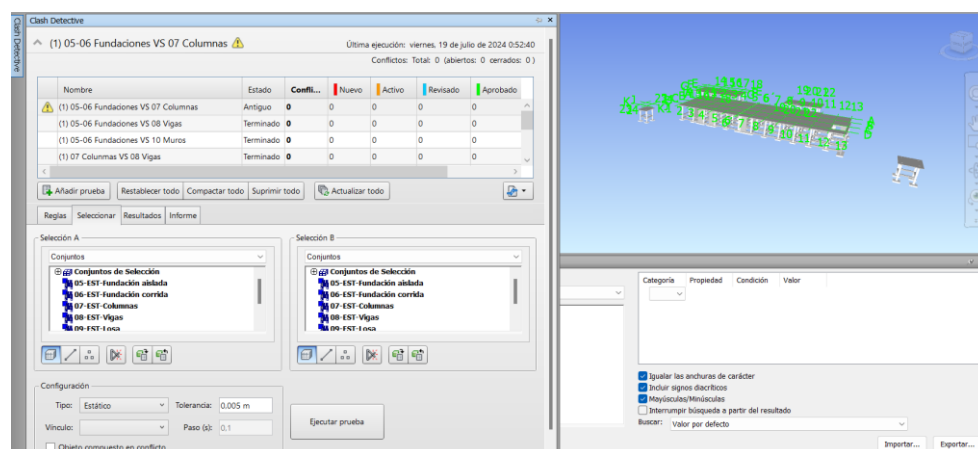


Ilustración 31: (Elaboración Propia) Informe de auditoría disciplinar.

Según la Ilustración 31, el modelado del proyecto no presenta interferencia alguna entre los elementos, por lo que el equipo estructural realiza un informe conformado de imágenes en donde se evidencie que el modelado está correctamente auditado. Esta información se comparte en el entorno común de datos y se notifica al coordinador mediante incidencia para su aprobación.

Cabe mencionar, que de acuerdo con el flujo del análisis disciplinar (Ilustración 32) en el caso de que existan interferencias entre elementos, se necesita realizar un informe de colisiones en donde quede constancia del estado del modelado estructural. Como se ve en el flujo, estas interferencias son solucionadas por los modeladores BIM de la disciplina y se encargan de actualizar los archivos para volver a hacer el análisis disciplinar. Este proceso se repite hasta que las pruebas en el software Navisworks reflejen que se han solucionado todos los conflictos y se realiza la entrega del archivo NWF estructural al igual que el informe de colisiones.

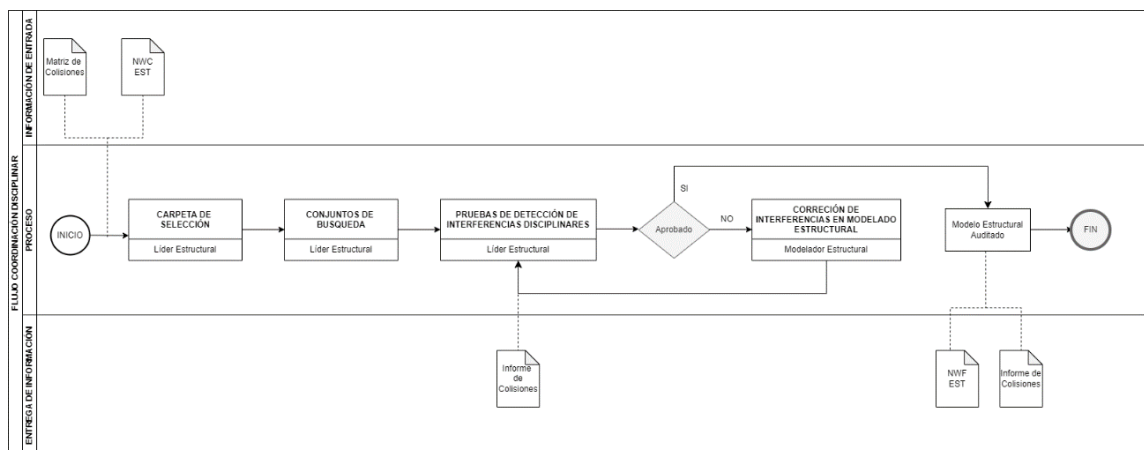


Ilustración 32: (Elaboración Propia) Flujo de auditoría disciplinar.

4.9.3 Auditoría Multidisciplinar

Al tener un modelo estructural sin interferencias disciplinares, es responsabilidad del líder estructural entregar la información para que el coordinador BIM tenga la posibilidad de realizar el análisis de colisiones multidisciplinar, en base a la matriz de colisiones.

En este sentido, el líder estructural comparte en el entorno común de datos, específicamente en la subcarpeta “COORDINACIÓN”, el archivo del modelo exportado NWC, NWF y el informe de colisiones disciplinar en formato PDF, para garantizar la calidad del modelo. En base a esta información, el Coordinador BIM realiza el análisis de colisiones multidisciplinarios, con el fin de identificar errores de modelado o interferencias entre disciplinas, que puedan afectar a la planificación 4D y 5D del proyecto.

Mediante incidencias en el ACC, el coordinador en primera instancia solicita al líder estructural, realizar la resolución de conflictos correspondiente al modelo estructural. De esta manera se realiza el flujo de trabajo (Ilustración 33), en donde se obtiene la información de entrada, en el cual se refleja un ligero desfase del norte real del proyecto con respecto al modelo arquitectónico. Por lo que, el equipo estructural corrige el inconveniente y se actualiza el archivo RVT, para realizar la auditoría de interoperabilidad. Con esto se actualiza los archivos NWC, NWF e informe de colisiones disciplinar para cumplir nuevamente con la coordinación disciplinar.

Esta información se comparte en el entorno común de datos, notificando al coordinador BIM a través de un informe de transmisión. Al ser aprobada la información, se procede a realizar los entregables correspondientes al modelado.

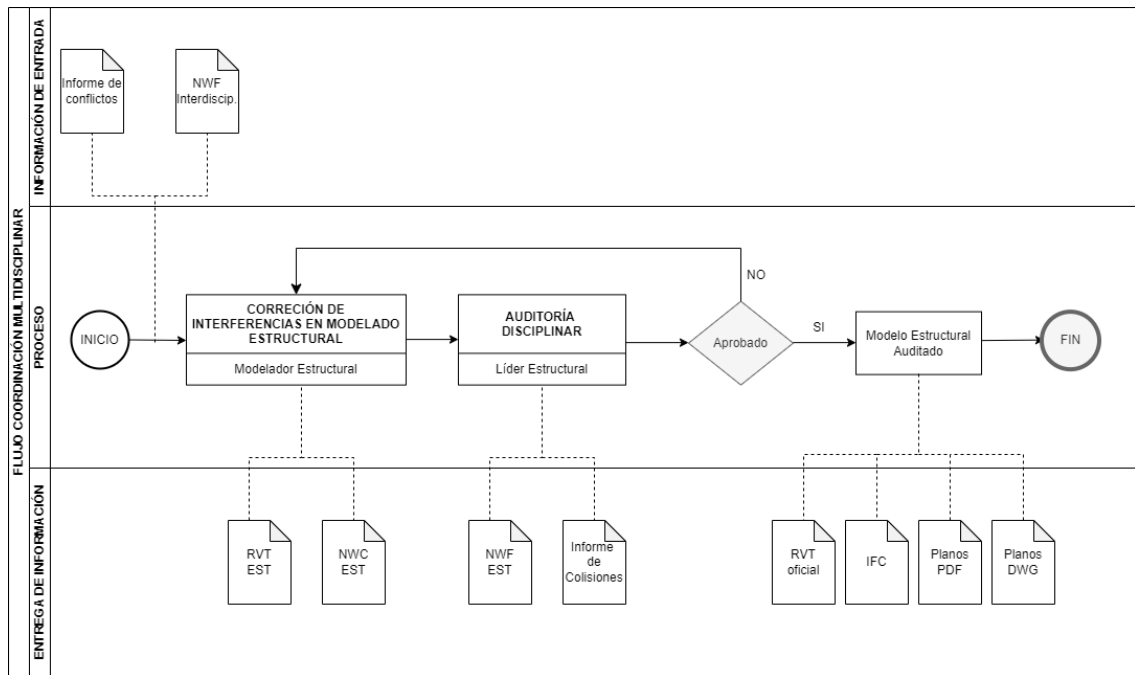


Ilustración 33: (Elaboración Propia) Flujo estructural-Coordinación multidisciplinaria.

Por último, se solicita al líder estructural realizar un cambio en los conjuntos de búsqueda del archivo NWF de estructura, en donde se necesita separar las vigas principales de las viguetas en conjuntos de búsqueda distintos, como se muestra en la Ilustración 34. El cambio se efectúa a través del equipo estructural y se entrega la información por parte del líder estructural con el mismo flujo de información explicado en la incidencia anterior.

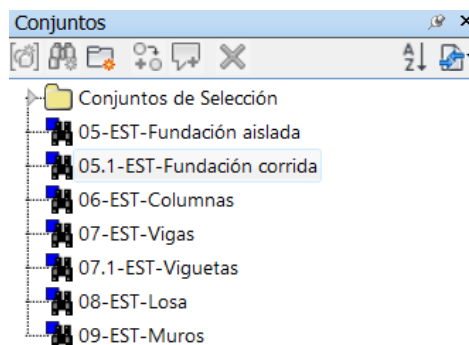


Ilustración 34: (Elaboración Propia) Conjuntos de búsqueda de estructura.

Es importante mencionar que según la información del BEP, definida por el BIM Manager de la empresa, el modelo estructural del proyecto prima sobre las demás disciplinas, por lo que no se solicita realizar cambios estructurales. En el caso de presentar una colisión con otra disciplina, el asignado a la resolución del conflicto será el líder de la disciplina en cuestión.

4.9.4 Cuantificación y gestión de costos estructural (5D)

Para completar el flujo de trabajo disciplinar, se realiza un análisis de costos estructurales del proyecto, según los requerimientos del BEP. Para esto, se utilizan los archivos Revit individuales por cada bloque y el software Presto, como se ve en la Ilustración 35.

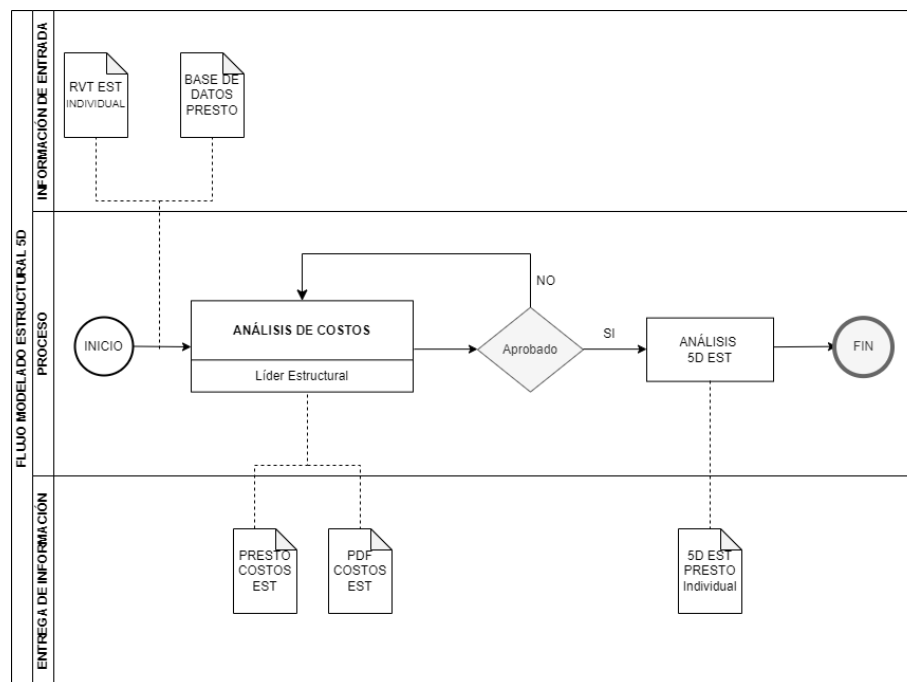


Ilustración 35: (Elaboración Propia) Flujo modelado estructural 5D.

Por medio de reuniones con el coordinador se decide realizar el análisis de costos en archivos individuales de cada bloque para identificar de mejor manera los rubros en base a los niveles de cada bloque.

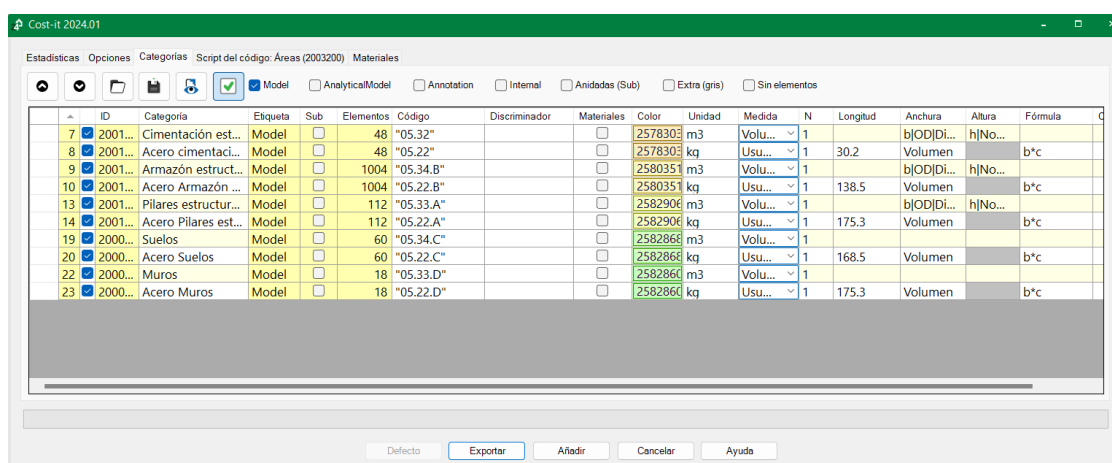
Es importante mencionar que para continuar con el flujo y realizar el análisis se ve necesario desarrollar tablas de cuantificación en base a los elementos modelados de la estructura. En este punto, se modificó la plantilla estructural en cuanto a las tablas de cuantificación ya que estas tablas no contaban con la cuantía de aceros. Por lo que, se añadió en cada tabla la cuantía en base a una fórmula en donde se toma en cuenta el volumen del elemento modelado y la cuantía de acero por cada m³ de hormigón, como se muestra en la Ilustración 36. Esta cuantía se obtiene a partir del modelado de aceros que se realizó en el bloque principal, con lo que se logra obtener un coeficiente de acero que sirve como referencia para sacar la cuantía de aceros en cada elemento en los demás bloques.

Es importante mencionar que este método de cuantificación se realizó en elementos de zapatas, vigas y columnas. En el caso de losas y muros se decidió sacar el coeficiente de aceros a partir de las planillas del proyecto ya realizado, en lugar de modelar estos aceros para evitar retrasos en el avance del proyecto. Esta decisión fue tomada en mutuo acuerdo por el coordinador y el líder estructural.

<ZAPATAS>								
A	B	C	D	E	F	G	H	I
Tipo	Anchura	Longitud	Grosor	Material estructural	Área	Volumen	Acero de refuerzo	Recuento
ZAP1								
ZAP1_HA_100 x 100 x 35cm	1.00	1.00	0.35	Hormigón - Hormigón	1.00 m²	13.30 m³	409.58 kgf	38
ZAP1: 38						13.30 m³	409.58 kgf	38
ZAP2								
ZAP2_HA_100 x 280 x 35cm	1.00	2.80	0.35	Hormigón - Hormigón	2.80 m²	0.98 m³	30.18 kgf	1
ZAP2: 1						0.98 m³	30.18 kgf	1
ZAP3								
ZAP3_HA_100 x 550 x 35cm	1.00	5.50	0.35	Hormigón - Hormigón	5.50 m²	1.93 m³	59.28 kgf	1
ZAP3: 1						1.93 m³	59.28 kgf	1
ZAP4								
ZAP4_HA_100 x 270 x 35cm	1.00	2.70	0.35	Hormigón - Hormigón	2.70 m²	1.89 m³	58.20 kgf	2
ZAP4: 2						1.89 m³	58.20 kgf	2
ZAP5								
ZAP5_HA_100 x 200 x 35cm	1.00	2.00	0.35	Hormigón - Hormigón	2.00 m²	1.40 m³	43.11 kgf	2
ZAP5: 2						1.40 m³	43.11 kgf	2
ZAP6								
ZAP6_HA_350 mm	5.75	3.50	0.35	Hormigón - Hormigón m	14.90 m²	5.22 m³	160.60 kgf	1
ZAP6: 1						5.22 m³	160.60 kgf	1
ZAP7								
ZAP7_HA_100 x 525x 35cm	1.00	5.25	0.35	Hormigón - Hormigón	5.25 m²	1.84 m³	56.59 kgf	1
ZAP7: 1						1.84 m³	56.59 kgf	1
ZAP8								
ZAP8_HA_100 x 445x 35cm	1.00	4.45	0.35	Hormigón - Hormigón	4.45 m²	1.56 m³	47.96 kgf	1
ZAP8: 1						1.56 m³	47.96 kgf	1
ZAP9								
ZAP9_HA_100 x 300 x 35cm	1.00	3.00	0.35	Hormigón - Hormigón	3.00 m²	1.05 m³	32.34 kgf	1
ZAP9: 1						1.05 m³	32.34 kgf	1
Total general: 48						29.16 m³	897.84 kgf	48

Ilustración 36: (Elaboración Propia) Tabla de cuantificación (zapatas).

Una vez que se obtiene la cuantía de material de cada elemento a través de las tablas de cuantificación. Se utiliza la herramienta de Cost-it integrada en Revit con el fin de exportar un archivo presto en base al modelado 3D. Dentro de las propiedades de Cost-it se realiza una configuración en base a la estructura modelada (Ilustración 37), en donde se da una codificación en cada elemento y una respectiva fórmula para la cuantía de aceros utilizando los coeficientes que se mencionaron anteriormente. Como se puede observar en la imagen se exporta principalmente el hormigón y acero de la cimentación, vigas, columnas, muros y losa.



The screenshot shows the 'Cost-it 2024.01' application window. The main area displays a table with columns for ID, Categoría, Etiqueta, Sub, Elementos, Código, Discriminador, Materiales, Color, Unidad, Medida, N, Longitud, Anchura, Altura, and Fórmula. The table lists various structural elements like 'Cimentación est.', 'Acero cimentaci...', 'Armazón estruct...', 'Acero Armazón...', 'Pilares estructur...', 'Acero Pilares est.', 'Suelos', 'Acero Suelos', 'Muros', and 'Acero Muros'. Each row includes a material code (e.g., 2578303, 2580351, 2582906, 2582866) and a unit (m3 or kg). The 'Fórmula' column contains expressions like 'b*OD|Di...', 'h|No...', and 'b*c'. At the bottom, there are buttons for 'Defecto', 'Exportar', 'Añadir', 'Cancelar', and 'Ayuda'.

ID	Categoría	Etiqueta	Sub	Elementos	Código	Discriminador	Materiales	Color	Unidad	Medida	N	Longitud	Anchura	Altura	Fórmula
7	2001...	Cimentación est.	Model	48	"05.32"			2578303	m3	Volu...	1				
8	2001...	Acero cimentaci...	Model	48	"05.22"			2578303	kg	Usu...	1	30.2	Volumen		b*c
9	2001...	Armazón estruct...	Model	1004	"05.34.B"			2580351	m3	Volu...	1		b OD Di...	h No...	
10	2001...	Acero Armazón ...	Model	1004	"05.22.B"			2580351	kg	Usu...	1	138.5	Volumen		b*c
13	2001...	Pilares estructur...	Model	112	"05.33.A"			2582906	m3	Volu...	1		b OD Di...	h No...	
14	2001...	Acero Pilares est.	Model	112	"05.22.A"			2582906	kg	Usu...	1	175.3	Volumen		b*c
19	2000...	Suelos	Model	60	"05.34.C"			2582866	m3	Volu...	1				
20	2000...	Acero Suelos	Model	60	"05.22.C"			2582866	kg	Usu...	1	168.5	Volumen		b*c
22	2000...	Muros	Model	18	"05.33.D"			2582866	m3	Volu...	1				
23	2000...	Acero Muros	Model	18	"05.22.D"			2582866	kg	Usu...	1	175.3	Volumen		b*c

Ilustración 37: (Elaboración Propia) Cost-it estructural.

Una vez se exporta el archivo de presto del bloque se realiza una configuración de las propiedades del archivo, definiendo parámetros como el nombre del archivo, el lugar de ubicación y la divisa. Además, se ordenan los rubros en base a espacios, que en este caso son los niveles que se utiliza en el modelado en referencia a la cimentación, primer piso y losa, como se ve en la Ilustración 38. Posteriormente se ordena cada rubro en base al orden en el que se construirá en el proyecto para facilitar el entendimiento del presupuesto.

EDT	Código	N...	Resumen	Factor	CanPres	Ud	Divisa	Pres	ImpPr...
1	Revit		CEGAP		1		USD	0	0
2	1	N. Cimentación	N-1.50 E01		0	1	USD	0	0
3	1.1	05.22	CEGAP-BEC-F09-XX-CIMENTACIÓN-EST - ZAP1_HA_100 x 100 x 35cm		881,24	kg	USD		0
4	1.2	05.32	CEGAP-BEC-F09-XX-CIMENTACIÓN-EST - ZAP1_HA_100 x 100 x 35cm		29,18	m3	USD		0
5	1.3	05.22 A	CEGAP-BEC-F10-XX-COLUMNAS-EST - PI1_HA_35x35cm		1.865,36	kg	USD		0
6	1.4	05.33 A	CEGAP-BEC-F10-XX-COLUMNAS-EST - PI1_HA_35x35cm		10,64	m3	USD		0
7	1.5	05.22 B	CEGAP-BEC-F11-XX-VIGAS-EST - V17_HA_30x40cm		5.796,27	kg	USD		0
8	1.6	05.34 B	CEGAP-BEC-F11-XX-VIGAS-EST - V17_HA_30x40cm		41,85	m3	USD		0
9	1.7	05.22 D	Muro básico - ME_HA_25cm		1.558,41	kg	USD		0
10	1.8	05.33 D	Muro básico - ME_HA_25cm		8,89	m3	USD		0
11	2	Nivel Piso	N+0.40 E01		0	1	USD	0	0
12	2.1	05.22 A	CEGAP-BEC-F10-XX-COLUMNAS-EST - PI1_HA_35x35cm		4.810,40	kg	USD		0
13	2.2	05.33 A	CEGAP-BEC-F10-XX-COLUMNAS-EST - PI1_HA_35x35cm		27,44	m3	USD		0
14	2.3	05.22 B	CEGAP-BEC-F11-XX-VIGAS-EST - V17_HA_30x40cm		3.586,17	kg	USD		0
15	2.4	05.34 B	CEGAP-BEC-F11-XX-VIGAS-EST - V17_HA_30x40cm		25,91	m3	USD		0
16	2.5	05.22 D	Muro básico - ME_HA_25cm		2.426,17	kg	USD		0
17	2.6	05.33 D	Muro básico - ME_HA_25cm		13,84	m3	USD		0
18	3	N. Losa E01	N+4.40 E01		0	1	USD	0	0
19	3.1	05.22 B	CEGAP-BEC-F11-XX-VIGAS-EST - V17_HA_30x40cm		11.956,44	kg	USD		0
20	3.2	05.34 B	CEGAP-BEC-F11-XX-VIGAS-EST - V17_HA_30x40cm		86,37	m3	USD		0

Ilustración 38: (Elaboración Propia) Presto, rubros modelados E01.

Por último, se añaden los códigos de rubros que no fueron modelados pero que se deben contemplar para la correcta construcción del proyecto como, por ejemplo; la excavación manual, el replantillo, la geomalla textil, entre otros. Una vez que están considerados todos los rubros necesarios, como se ve en la Ilustración 39, se realiza una vinculación con la base de datos de costos compartida anteriormente en el entorno común de datos. Esto se realiza para que se automatice todo el proceso de añadir o crear precios unitarios dentro de cada rubro. En este punto, es importante mencionar que en la base de datos que se utilizó se consideran precios del proyecto que se realizó con la metodología tradicional para, posteriormente, realizar una correcta comparación de metodologías cumpliendo el alcance del proyecto.

EDT	Código	N...	Resumen	Factor	CanP...	Ud	Divisa	Pres	ImpPres
1	CEGAP E01		CEGAP E01		1		USD	161.983,22	161.983,22
2	N. Cimentación		N.1.50 E01	0	1		USD	54.876,85	54.876,85
3	D...1.1	04.2	EXCAVACIÓN MANUAL EN CIMENTOS Y PLINTOS		312,87	m3	USD	9,88	3.091,16
4	D...1.2	04.13	GEOMALLA BIAXIAL		292,89	m2	USD	3,10	907,96
5	D...1.3	04.14	GEOTEXTIL NO TEJIDO		292,89	m2	USD	2,06	603,35
6	D...1.4	04.15	RELLENO COMPACTADO-MEJORAMIENTO CAPAS=20cm		177,22	m3	USD	18,64	3.303,38
7	D...1.5	04.16	SUB BASE CLASE 3		302,21	m3	USD	10,56	3.191,34
8	D...1.6	05.31	HORMIGÓN SIMPLE REPLANTILLO, FC=180 KG/CM2		26,25	m3	USD	104,88	2.753,10
9	D...1.7	05.22	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2 8-12 MM CON ALAMBRE GALV. N°18		881,24	kg	USD	1,70	1.498,11
...	D...1.8	05.32	HORMIGÓN SIMPLE ZAPATAS FC=280 KG/CM2, INC. ENCOFRADO		29,18	m3	USD	252,55	7.369,41
...	D...1.9	05.22.A	ACERO DE REFUERZO COLUMNAS FY=4200 KG/CM2 8-12 MM CON ALAMBRE GALV. N°18		1.865,36	kg	USD	1,70	3.171,11
...	D...1...	05.33.A	HORMIGÓN SIMPLE COLUMNAS FC=280 KG/CM2, INC. ENCOFRADO		10,64	m3	USD	273,94	2.914,72
...	D...1...	05.22.B	ACERO DE REFUERZO VIGAS FY=4200 KG/CM2 8-12 MM CON ALAMBRE GALV. N°18		5.189,40	kg	USD	1,70	8.821,58
...	D...1...	05.34.B	HORMIGÓN SIMPLE VIGAS FC=280 KG/CM2, INC. ENCOFRADO		41,85	m3	USD	290,70	12.165,80
...	D...1...	05.22.D	ACERO DE REFUERZO MUROS FY=4200 KG/CM2 8-12 MM CON ALAMBRE GALV. N°18		1.558,41	kg	USD	1,70	2.649,30
...	D...1...	05.33.D	HORMIGÓN SIMPLE MUROS FC=280 KG/CM2, INC. ENCOFRADO		8,89	m3	USD	273,94	2.435,33
...	Nivel Piso		N+0.40 E01	0	1		USD	37.238,94	37.238,94
...	D...2.1	05.22.A	ACERO DE REFUERZO COLUMNAS FY=4200 KG/CM2 8-12 MM CON ALAMBRE GALV. N°18		4.810,40	kg	USD	1,70	8.177,68
...	D...2.2	05.33.A	HORMIGÓN SIMPLE COLUMNAS FC=280 KG/CM2, INC. ENCOFRADO		27,44	m3	USD	273,94	7.516,91
...	D...2.3	05.22.B	ACERO DE REFUERZO VIGAS FY=4200 KG/CM2 8-12 MM CON ALAMBRE GALV. N°18		3.586,17	kg	USD	1,70	6.096,49

Ilustración 39: (Elaboración Propia) Presto, presupuesto E01.

Este proceso se realiza en los cinco bloques que comprenden el proyecto y se obtiene \$211 560.72 como presupuesto referencial total de estructura, en formato Presto, cumpliendo con los entregables correspondientes a la disciplina. Estos archivos se comparten al coordinador por medio del entorno común de datos para que lo revise y pueda utilizar para crear el presupuesto general del proyecto.

4.10 Entregables del Líder estructural

De acuerdo con el plan de ejecución BIM del proyecto “Proyecto optimizado y análisis de riesgos naturales del Centro para Grupos de Atención Prioritaria (CEGAP) a través de la metodología BIM en El Coca”, el líder estructural es responsable de proporcionar entregables de calidad que se explican en la Tabla 37, en donde se incluye el modelo estructural y documentación técnica de acuerdo con parámetros establecidos en el libro de estilo, protocolo y plantillas disciplinares. Además, elaborar el presupuesto disciplinar, para evidenciar la optimización del proyecto en relación con la 4ta y 5ta dimensión BIM.

Tabla 37: (Elaboración Propia) Entregables Líder estructural proyecto CEGAP.

ENTREGABLE	DESCRIPCIÓN	TIPO DE ARCHIVO
Modelo 3D	Modelado estructural	RVT-IFC
Planos	Documentación técnica de la disciplina estructural.	PDF-DWG
Presupuesto	Planificación del presupuesto de rubros estructurales.	PDF

4.11 Conclusiones del ROL

Dentro de la metodología, el líder de estructura es responsable de la gestión, control y supervisión del modelado BIM, lo que incluye la creación, revisión y verificación periódica del modelo 3D. En donde, se permite identificar y realizar correcciones necesarias, así como monitorear el progreso del proyecto, al igual que comunicación multidisciplinar. Tras este proceso de trabajo disciplinar dentro del proyecto CEGAP, se concluye lo siguiente:

- En primera instancia, el trabajo disciplinar se basó a partir de flujos BIM establecidos, por lo que se manejó información gráfica y no gráfica en tiempo real mediante un entorno común de datos (Autodesk Construction Cloud). En donde, los actores involucrados mantuvieron comunicación constante y acceso a datos actualizados, optimizando el trabajo y garantizando una toma de decisiones informada.
- Se desarrolló modelos estructurales con LOD 300, siguiendo especificaciones establecidas por la empresa e integrando información gráfica y no gráfica verificable en todos sus elementos. Estos modelos cumplen con certificaciones

mediante auditorías de interoperabilidad, garantizando que el modelo cumple con parámetros y estandarizaciones de calidad.

- Se realizó la coordinación a nivel disciplinar en cada modelo estructural mediante pruebas de colisiones entre elementos evidenciando su calidad, a partir de esto se solventaron errores de modelado y se obtuvo la volumetría de materiales exacta a partir del modelado estructural. Por lo que, se logró modelos aptos para la coordinación multidisciplinar y a su vez la inclusión en un modelo federado.
- La generación de modelos BIM certificados facilitó la transición de un modelo 3D hacia herramientas de análisis de costos y planificación, permitiendo la integración fluida entre plataformas y una gestión integral de información más controlada, lo que permitió realizar un análisis de costos real. De esta manera, dentro del proyecto, a partir del software de Revit y Presto, se generó satisfactoriamente el análisis de costos directos (\$211 560.72) con una diferencia porcentual de aproximadamente el 29% con respecto al análisis de costos directos realizado con la metodología tradicional (\$298 926.43). Esto representa un ahorro presupuestal en la disciplina para el proyecto. como se muestra en la Tabla 38.

Tabla 38: (Elaboración Propia) Presupuesto estructural - Tradicional y BIM.

PRESUPUESTO ESTRUCTURAL- FORMA TRADICIONAL Y BIM	
Costos directos - forma tradicional	\$298 926.43
Costos directos - BIM	\$211 560.72
Diferencia presupuestal	\$87 365.71
Porcentaje de Ahorro	29.21%

- De acuerdo con el Plan de Ejecución BIM, el líder estructural entregó adecuadamente información técnica como planos estructurales, tablas de

cuantificación, modelado 3D del proyecto. Además del análisis de costos de elementos estructurales derivados del modelo disciplinar definitivo.

4.12 Recomendaciones del ROL

- Auditar el modelo estructural, verificando que la georreferenciación sea correcta en base al modelo arquitectónico y a la documentación base DWG entregada al inicio del proyecto. Es importante que esto se realice al iniciar el modelo estructural para evitar contratiempos al momento de realizar la coordinación multidisciplinar.
- En el caso de que se requiera trabajar en un proyecto que esté compuesto por más de una edificación; de ser posible, modelar desde un inicio todas las estructuras en un solo archivo que cumpla todos los parámetros establecidos en el EIR y BEP. En el caso que se necesite tener archivos individuales de cada estructura dividir el archivo del conjunto una vez que esté completo en su totalidad.
- Participar activamente en la generación de la plantilla disciplinar junto a su responsable, para definir una sola plantilla de trabajo y no requerir cambios o añadiduras durante el proceso de modelado, lo cual puede afectar el flujo de trabajo disciplinar.
- Reportar constantemente el trabajo que se está realizando dentro del equipo disciplinar, utilizando el entorno común de datos o reuniones pautadas por la empresa para fortalecer la comunicación entre los involucrados.
- Realizar la entrega de información estructural únicamente por canales oficiales como el entorno común de datos, según indique el plan de ejecución BIM de la empresa, para mantener el correcto flujo de intercambio de la información durante todo el proyecto.

Capítulo 6: Conclusiones y Recomendaciones

6.1 Conclusiones

Fase de Diseños

Tradicional: Se tiene planos en 2D que no permiten visualizar de mejor manera lo que es el proyecto CEGAP lo que implica a los demás modeladores dificultades para generar sus diseños y cuantificar de forma exacta la cantidad de los rubros uno de los problemas encontrados en este proyecto como podemos observar en la Tabla 3 y 4.

BIM: El modelado 3D con la herramienta Revit empleada para este proyecto permite que todas las disciplinas puedan observar con más claridad y cuantificar adecuadamente cada uno de los rubros. Adicionalmente se realiza un chequeo general en un único modelo federado donde podemos verificar los posibles conflictos entre las disciplinas y se arreglan anticipadamente sin demora en la construcción.

Gestión de Información

Tradicional: En lo que compete a proyectos de carácter público al tenerse información disgregada ha dificultado la elaboración del proyecto y en este caso la demora entre las comunicaciones de los intervinientes y sus revisiones. La demora en correcciones y cambios que solicitan las instituciones mediante documentos físicos no permite una comunicación óptima.

BIM: La centralización de la información facilita a cada miembro que interviene en el proyecto a encontrar la información para dar continuidad a la elaboración del mismo reduciendo errores y tiempo en solucionarlos o corregirlos.

Colaboración

Tradicional: En el sector público adicionalmente que se puede transmitir la documentación por correos hay que hacerlo de forma física para tener respaldos y

recibidos de la información lo que implica demoras en la entrega de intercambio de información y la comunicación se hace un caos.

BIM: En la elaboración del presente proyecto con la facilidad de comunicación y revisión de modelos se ha podido realizar cambios en tiempo real a pesar que cada uno de los intervinientes nos hemos encontrado en diferentes lugares del país y para constancia de la comunicación se generaron incidencias o informes de transmisión para generar los respaldos respectivos.

Tiempo y Costo

Tradicional: La determinación del tiempo es subjetivo de la forma tradicional ya que no hay una adecuada optimización de las actividades y coherencia en la ejecución de actividades lo que hacer un trabajo previo a realizar una canalización o cruce de tubería hace que se realicen dos veces la misma actividad lo que demora y encarece el proyecto. En referente al costo la no facilidad de poder cuantificar la cantidad de obra hace que caigamos en errores de presupuestos, así como se muestran en las Tablas 3 y 4.

BIM: Permite la simulación en tiempo real de los procesos constructivos, el paso a paso de las actividades corrigiendo previamente en el cronograma las actividades previas para no tener errores del doble trabajo logrado minimizar en 30 días al plazo calculado de la forma tradicional (Tabla 41). En referencia al costo del proyecto, con el cálculo automatizado de las cantidades de obra se ha determinado el presupuesto donde hay un ahorro del 21,34% en referencia al costo total de la obra ejecutada, como se muestra en la Tabla 40.

Tabla 39: (Elaboración Propia) Presupuestos Determinados-Tradicional y BIM.

PRESUPUESTOS DETERMINADOS DE LA FORMA TRADICIONAL Y BIM	
Valor Presupuestado - forma Tradicional	1,345,110.22
Presupuesto ejecutado	1,272,540.45

Descuento de rubros mitigación y electrónico	83,061.93
	1,189,478.52
Presupuesto BIM	779,745.29
20% Imprevistos y utilidad	155949.058
	935,694.35

Diferencia Presupuesto Ejecutado - BIM	253,784.17
Porcentaje de Ahorro	21.34%

Tabla 40: (Elaboración Propia) Datos de Planificación-Tradicional y BIM.

DATOS DE PLANIFICACIÓN DE LA FORMA TRADICIONAL Y BIM	
Planificación forma tradicional	150 días
Planificación ejecución	212 días
Planificación BIM	120 días
Diferencia tiempo ejecución	30.00 días
Porcentaje de Ahorro	20.00%

Riesgo Natural

CEGAP al ser una infraestructura de servicio de Salud, hace que sea muy importante que el mismo sea verificado a riesgos naturales como inundación a sabiendas que El Coca cada año se presenta este inconveniente por su nivel freático y fuertes lluvias, lo que la implementación BIM a permitido determinar que la altura de cimentación de CEGAP es la adecuada a pesar de que se produzca el desbordamiento del río Payamino, este no compromete a ninguno de los sistemas de la infraestructura y puede mantenerse en funcionamiento.

6.2 Recomendaciones

Como recomendación, en base a la experiencia con BIM, es necesario que exista una adecuada comunicación entre los miembros que intervienen en el proyecto ya que esto permitirá cumplir con el alcance y los objetivos planteados. Por lo tanto, el liderazgo y compromiso a cumplir con los acuerdos de la carga asignada harán exitoso el proyecto.

Se recomienda implementar BIM en los diferentes proyectos de infraestructura ya que esto permitirá que no se tengan obras con sobreprecios o mal elaborados, lo que implica problemas a futuro tanto a la entidad contratante como al contratado. Por lo que, la aplicación de BIM nos ahorra tiempo y recursos desde el inicio del ciclo de vida de un proyecto hasta su cierre.

El adecuado uso de BIM permite que podamos evitar a futuro problemas en el proceso constructivo, pero en este proyecto de titulación hemos podido añadirle un uso más a BIM que es el de riesgos naturales a inundaciones. Como equipo de maestrantes, recomendamos que en todas las obras públicas o privadas se verifique este análisis que permitirá la toma de decisiones de manera temprana de remediación al mismo.

Capítulo 7: Referencias de Texto

Autodesk BIM 360. (2024). *Autodesk*. Obtenido de Incidencias:

https://help.autodesk.com/view/BIM360D/ESP/?guid=BIM360D_Administration_About_Project_Admin_about_issues_html

Autodesk University. (2024). *Autodesk*. Obtenido de Que es Autodesk Construction

Cloud: <https://www.autodesk.com/autodesk-university/es/class/Que-es-Autodesk-Construction-Cloud-2020>

BIMe Initiative. (2019). *BIM Dictionary*. Obtenido de

<https://bimdictionary.com/terms/search/>

BIMForum. (2023). *BIMForum*. Obtenido de Especificación del nivel de desarrollo

(LOD): <https://bimforum.org/wp-content/uploads/2023/10/LOD-Spec-2023-Part-I-2024-02-27.pdf>

Contracts, A. (2022). *AIA contracts*. Obtenido de Document E202-2022:

https://zdassets.aiacontracts.org/ctrzdweb02/zdpdfs/Preview_E202-2022.pdf

Franco, D. (14 de junio de 2019). *Autodesk*. Obtenido de Nivel de detalle de un Proyecto

BIM "LOD": <https://forums.autodesk.com/t5/revit-bim-360-autodesk/nivel-de-detalle-de-un-proyecto-bim-quot-lod-quot/td-p/8852795>

buildingSMART. (2021). *buildingSMART Spain*. Obtenido de Introducción a la serie en

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

Muñoz, S. (s.f.). *buildingSMART*. Obtenido de ISO 19650:

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

Capítulo 8: Referencias de Ilustración

Google Maps. (2024) *Ubicación del proyecto CEGAP* [Ilustración 1] Google Maps.

https://www.google.com.ec/maps/place/Francisco+de+Orellana/@-0.4573872,-76.999838,3316m/data=!3m1!1e3!4m6!3m5!1s0x91d7a5494e9d66f9:0xdbbc3f042fcab13!8m2!3d-0.4616728!4d-76.9931074!16zL20vMDY4bHBm?hl=es&entry=tu&g_ep=EgoyMDI0MDkwOC4wIKXMDSOASAFQAw%3D%3D

SERCOP. (2024) *Tiempos del proceso Contratación Obra Pública SERCOP* [Ilustración 2] Compras Públicas.

https://www.compraspublicas.gob.ec/ProcesoContratacion/compras/PC/informacionProcesoContratacion2.cpe?idSoliCompra=JjSV52c6gpZcr8yl_rYpygfhOcZB8icRkTfksVO2_Wo

Capítulo 9: Anexos

Tabla 41: (Elaboración Propia) Anexos.

ANEXO	NOMBRE DEL ARCHIVO	CONTENIDO	TIPO DE ARCHIVO
Anexo 1	BEC-CEGAP-D01-XX-INF-EIR https://drive.google.com/drive/folders/1Vp3j6vjN8roFtp0h-tOcL0X3ZRIZnaOT	Requerimientos del Cliente	PDF
Anexo 2	BEC-CEGAP-D01-XX-INF-BEP https://drive.google.com/drive/folders/1doGiIsh7n0PoxyZ7y0d23BdAPAh0qI6J	Plan de Ejecución BIM	PDF
Anexo 3	BEC-CEGAP-D01-XX-INF-PROTOCOLO https://drive.google.com/drive/folders/1B1lVpsrIOWYhYlGPWum3rgeomaeErIP	Protocolo BIM	PDF
Anexo 4	BEC-CEGAP-D01-XX-INF-MESTILO https://drive.google.com/drive/folders/1B1lVpsrIOWYhYlGPWum3rgeomaeErIP	Libro de estilo BIM	PDF
Anexo 5	CEGAP-BEC-ARQ-ZZZ-101 CEGAP-BEC-ARQ-E01-104 CEGAP-BEC- ARQ -E02-109 CEGAP-BEC- ARQ -E03-112 CEGAP-BEC- ARQ -E04-213 CEGAP-BEC- ARQ -E05-214 https://drive.google.com/drive/folders/1D0sqWTJo7PgvV-IrbjvcBH8b9wMVbTxp	Archivo CAD Arquitectura	CAD
Anexo 6	CEGAP-BEC-PL01-XX-PLAN-ARQ https://drive.google.com/drive/folders/1xGerBi9HdIIH9i-SjEne6_kiCDjnUXf1	Plantilla Arquitectónica	RTE
Anexo 7	CEGAP-BEC-ZZ-ZZZ-M3D-ARQ CEGAP-BEC-E01-P00-M3D-ARQ CEGAP-BEC-E02-P00-M3D-ARQ CEGAP-BEC-E03-P00-M3D-ARQ CEGAP-BEC-E04-P00-M3D-ARQ CEGAP-BEC-E05-P00-M3D-ARQ https://drive.google.com/drive/folders/1B9JiaeCPwK8JliP7lBa6Z1697ZpzIQX7	Modelado Revit Arquitectónico	RTV

Anexo 8	CEGAP-BEC-ZZ-ZZZ-M3D-ARQ CEGAP-BEC-E01-P00-M3D-ARQ CEGAP-BEC-E02-P00-M3D-ARQ CEGAP-BEC-E03-P00-M3D-ARQ CEGAP-BEC-E04-P00-M3D-ARQ CEGAP-BEC-E05-P00-M3D-ARQ https://drive.google.com/drive/folders/1B9JiaeCPwK8JliP7lBa6Z1697ZpzIQX7	Auditoría de Interoperabilidad Arquitectura	PDF
Anexo 9	CEGAP_BEC_XX_ARQ_PLANO A1 CEGAP-BEC-F01-XX-COTA-ELEVACION-ARQ CEGAP-BEC-F02-XX-ETIQUETA-NOTA-CLAVE-ARQ CEGAP-BEC-F03-XX-ETIQUETA, VENTANA-ARQ https://drive.google.com/drive/folders/1j-gQ3vsybLhzluNxPSVIX4K00-zsK2D2	Familias Arquitectura	RFA
Anexo 10	CEGAP-BEC-ARQ-ZZZ-101 CEGAP-BEC-ARQ-E01-104 CEGAP-BEC- ARQ -E02-109 CEGAP-BEC- ARQ -E03-112 CEGAP-BEC- ARQ -E04-213 CEGAP-BEC- ARQ -E05-214 https://drive.google.com/drive/folders/1pcl4C9jvCZ8_9wLjKLC6oMd9XEnwrzPV	Planos Arquitectónicos	PDF
Anexo 11	CEGAP-BEC-ZZ-ZZZ-M3D-ARQ CEGAP-BEC-E01-P00-M3D-ARQ CEGAP-BEC-E02-P00-M3D-ARQ CEGAP-BEC-E03-P00-M3D-ARQ CEGAP-BEC-E04-P00-M3D-ARQ CEGAP-BEC-E05-P00-M3D-ARQ https://drive.google.com/drive/folders/1VL4E8BNpqkmSpEfQ6ZZb7B860-JB3W9S	Archivo IFC Arquitectónico	IFC
Anexo 12	CEGAP-BEC-ZZ-ZZZ-M3D-ARQ https://drive.google.com/drive/folders/1f4MMtf7TbEdELKJMs-iL1pqQZVYVAghk	Modelo Arquitectónico NWC	NWC

Anexo 13	CEGAP-BEC-ZZ-ZZZ-M3D-ARQ https://drive.google.com/drive/folders/1se4Im6EyLxwPbswZQO9hhNEzxFkKEGhE	Coordinación disciplinar Arquitectura	NWF
Anexo 14	CEGAP-BEC-ZZ-ZZZ-InformeColisiones-ARQ https://drive.google.com/drive/folders/1se4Im6EyLxwPbswZQO9hhNEzxFkKEGhE	Informe de detección de interferencias Arquitectura	PDF
Anexo 15	CEGAP-BEC-ZZ-ZZZ-M3D-ARQ CEGAP-BEC-ZZ-ZZZ-M3D-ARQ EXTERIORES CEGAP-BEC-E01-P00-M3D-ARQ CEGAP-BEC-E02-P00-M3D-ARQ CEGAP-BEC-E03-P00-M3D-ARQ CEGAP-BEC-E04-P00-M3D-ARQ CEGAP-BEC-E05-P00-M3D-ARQ https://drive.google.com/drive/folders/1v5rIxxA1nT95vOauHoYLi_Ne6J74Paqo	Análisis de Costos Arquitectura	PRESTO
Anexo 16	CEGAP-BEC-EST-E01-200 CEGAP-BEC-EST-E02-208 CEGAP-BEC-EST-E03-211 CEGAP-BEC-EST-E04-213 CEGAP-BEC-EST-E05-214 https://drive.google.com/drive/folders/11B-I1FxzYnm6b8Cxro8qWL0YHMxe5gaS	Archivo CAD Estructural	CAD
Anexo 17	CEGAP-BEC-PL01-XX-PLAN-EST https://drive.google.com/drive/folders/1JkQ6wpoVXJsEt3CY8ugA7ZwMxt6lxdl-	Plantilla Estructural	RTE
Anexo 18	CEGAP-BEC-ZZ-ZZZ-M3D-EST CEGAP-BEC-E01-P00-M3D-EST CEGAP-BEC-E02-P00-M3D-EST CEGAP-BEC-E03-P00-M3D-EST CEGAP-BEC-E04-P00-M3D-EST CEGAP-BEC-E05-P00-M3D-EST https://drive.google.com/drive/folders/1MBgZPO-carwSdBookwQyT13-ADBuBM-n	Modelado Revit Estructural	RTV
Anexo 19	CEGAP-BEC-ZZ-ZZZ-AUD-EST CEGAP-BEC-E01-P00- AUD -EST		PDF-HTML

	CEGAP-BEC-E02-P00- AUD -EST CEGAP-BEC-E03-P00- AUD -EST CEGAP-BEC-E04-P00- AUD -EST CEGAP-BEC-E05-P00- AUD -EST https://drive.google.com/drive/folders/1MBgZPO-carwSdBookwQyT13-ADBuBM-n	Auditoría de Interoperabilidad Estructural	
Anexo 20	CEGAP-BEC-F01-XX-PLANO A1-EST CEGAP-BEC-F02-XX-T VISTA-EST CEGAP-BEC-F03-XX-ETIQ COLUMNA-EST CEGAP-BEC-F04-XX-ETIQ-EST CEGAP-BEC-F05-XX-ETIQ MURO-EST CEGAP-BEC-F06-XX-ETIQ CIMENTACIÓN-EST CEGAP-BEC-F07-XX-ETIQ VIGAS-EST CEGAP-BEC-F08-XX-LÍNEA DIVISIÓN-EST https://drive.google.com/drive/folders/1N3PCL72Em0isgjaANiGyeT1o3cTm4sYz	Familias Estructura	RFA
Anexo 21	CEGAP-BEC-EST-E01-200 CEGAP-BEC-EST-E02-208 CEGAP-BEC-EST-E03-211 CEGAP-BEC-EST-E04-213 CEGAP-BEC-EST-E05-214 https://drive.google.com/drive/folders/1lVT-3-w4reqQXGbEwdLsErJzXYI2UDsM	Planos Estructurales	PDF
Anexo 22	CEGAP-BEC-ZZ-ZZZ-M3D-EST CEGAP-BEC-E01-P00-M3D-EST CEGAP-BEC-E02-P00-M3D-EST CEGAP-BEC-E03-P00-M3D-EST CEGAP-BEC-E04-P00-M3D-EST CEGAP-BEC-E05-P00-M3D-EST https://drive.google.com/drive/folders/1oIApri_FwIGxGbVo6KSai7wHslWPTaNg	Archivo IFC Estructural	IFC
Anexo 23	CEGAP-BEC-ZZ-ZZZ-M3D-EST CEGAP-BEC-E01-P00-M3D-EST CEGAP-BEC-E02-P00-M3D-EST CEGAP-BEC-E03-P00-M3D-EST CEGAP-BEC-E04-P00-M3D-EST	Modelo Estructural NWC	NWC

	CEGAP-BEC-E05-P00-M3D-EST https://drive.google.com/drive/folders/1hcZ4CwJhWf_mWRDNJ1UfVQpCDfThC8JS		
Anexo 24	CEGAP-BEC-ZZ-ZZZ-M3D-EST CEGAP-BEC-E01-P00-M3D-EST CEGAP-BEC-E02-P00-M3D-EST CEGAP-BEC-E03-P00-M3D-EST CEGAP-BEC-E04-P00-M3D-EST CEGAP-BEC-E05-P00-M3D-EST https://drive.google.com/drive/folders/1VkgCZxCv39Y_NAYLnEeCcG_LSvxKZ7SB	Coordinación disciplinar Estructura	NWF
Anexo 25	CEGAP-BEC-ZZ-ZZZ-InformeColisiones-EST https://drive.google.com/drive/folders/1VkgCZxCv39Y_NAYLnEeCcG_LSvxKZ7SB	Informe de detección de interferencias Estructura	PDF
Anexo 26	CEGAP-BEC-ZZ-ZZZ-M3D-EST https://drive.google.com/drive/folders/1VkgCZxCv39Y_NAYLnEeCcG_LSvxKZ7SB	Conjuntos de búsqueda Estructural	XML
Anexo 27	CEGAP-BEC-E01-P00-M5D-EST CEGAP-BEC-E02-P00-M5D-EST CEGAP-BEC-E03-P00-M5D-EST CEGAP-BEC-E04-P00-M5D-EST CEGAP-BEC-E05-P00-M5D-EST https://drive.google.com/drive/folders/1iY8iQonCz1-J3dM3_0ieUJXpHcsp7D5K	Análisis de Costos Estructura	PRESTO
Anexo 28	CEGAP-BEC-MEP-HID https://drive.google.com/drive/folders/1FFGQevWnIqV1c-vaa4m-ONR5aOn2XZFR	Archivo CAD Distribución Agua fría	CAD
Anexo 29	CEGAP-BEC-MEP-HID-AF https://drive.google.com/drive/folders/1FFGQevWnIqV1c-vaa4m-ONR5aOn2XZFR	Modelo Revit Distribución Agua fría	RVT
Anexo 30	CEGAP-BEC-MEP-HID-AF-AUD https://drive.google.com/drive/folders/1FFGQevWnIqV1c-vaa4m-ONR5aOn2XZFR	Auditoría de Interoperabilidad Distribución Agua fría	PDF-HTML

Anexo 31	CEGAP-BEC-MEP-HID-AF-340 https://drive.google.com/drive/folders/1FFGQevWnIqV1c-vaa4m-ONR5aOn2XZFR	Planos Distribución Agua fría	PDF
Anexo 32	CEGAP-BEC-MEP-HID-AF https://drive.google.com/drive/folders/1FFGQevWnIqV1c-vaa4m-ONR5aOn2XZFR	Archivo IFC Distribución Agua fría	IFC
Anexo 33	CEGAP-BEC-MEP-HID-AF https://drive.google.com/drive/folders/1FFGQevWnIqV1c-vaa4m-ONR5aOn2XZFR	Modelo Distribución Agua fría NWC	NWC
Anexo 34	CEGAP-BEC-MEP-HID-AF https://drive.google.com/drive/folders/1FFGQevWnIqV1c-vaa4m-ONR5aOn2XZFR	Análisis de Costos Agua fría	PRESTO
Anexo 35	CEGAP-BEC-MEP-HID https://drive.google.com/drive/folders/1efO7iuWOO_LVDAJaBkUHQYez4JWF2alF1	Archivo CAD Aguas servidas	CAD
Anexo 36	CEGAP-BEC-MEP-HS-AASS https://drive.google.com/drive/folders/1efO7iuWOO_LVDAJaBkUHQYez4JWF2alF1	Modelo Revit Aguas servidas	RVT
Anexo 37	CEGAP-BEC-MEP-HS-AASS-AUD https://drive.google.com/drive/folders/1efO7iuWOO_LVDAJaBkUHQYez4JWF2alF1	Auditoría de Interoperabilidad Aguas servidas	PDF-HTML
Anexo 38	CEGAP-BEC-MEP-HS-AASS-300 https://drive.google.com/drive/folders/1efO7iuWOO_LVDAJaBkUHQYez4JWF2alF1	Planos Aguas servidas	PDF
Anexo 39	CEGAP-BEC-MEP-HS-AASS https://drive.google.com/drive/folders/1efO7iuWOO_LVDAJaBkUHQYez4JWF2alF1	Archivo IFC Aguas servidas	IFC
Anexo 40	CEGAP-BEC-MEP-HS-AASS https://drive.google.com/drive/folders/1efO7iuWOO_LVDAJaBkUHQYez4JWF2alF1	Modelo Aguas servidas NWC	NWC
Anexo 41	CEGAP-BEC-MEP-HS-AASS https://drive.google.com/drive/folders/1efO7iuWOO_LVDAJaBkUHQYez4JWF2alF1	Análisis de Costos Aguas servidas	PRESTO
Anexo 42	CEGAP-BEC-MEP-HID https://drive.google.com/drive/folders/1P6WzqJX9B_LFOwOiS7P8pQzEOTf4LjhA	Archivo CAD Agua lluvia	CAD

Anexo 43	CEGAP-BEC-MEP-HS-AALL https://drive.google.com/drive/folders/1P6WzqJX9BLFOwOiS7P8pQzEOTf4LjhFA	Modelo Revit Agua lluvia	RVT
Anexo 44	CEGAP-BEC-MEP-HS-AALL-AUD https://drive.google.com/drive/folders/1P6WzqJX9BLFOwOiS7P8pQzEOTf4LjhFA	Auditoría de Interoperabilidad Agua lluvia	PDF-HTML
Anexo 45	CEGAP-BEC-MEP-HS-AALL-320 https://drive.google.com/drive/folders/1P6WzqJX9BLFOwOiS7P8pQzEOTf4LjhFA	Planos Agua lluvia	PDF
Anexo 46	CEGAP-BEC-MEP-HS-AALL https://drive.google.com/drive/folders/1P6WzqJX9BLFOwOiS7P8pQzEOTf4LjhFA	Archivo IFC Agua lluvia	IFC
Anexo 47	CEGAP-BEC-MEP-HS-AALL https://drive.google.com/drive/folders/1P6WzqJX9BLFOwOiS7P8pQzEOTf4LjhFA	Modelo Agua lluvia NWC	NWC
Anexo 48	CEGAP-BEC-MEP-HS-AALL https://drive.google.com/drive/folders/1P6WzqJX9BLFOwOiS7P8pQzEOTf4LjhFA	Análisis de Costos Agua lluvia	PRESTO
Anexo 49	CEGAP-BEC-MEP-ELEC https://drive.google.com/drive/folders/1_NVm7ajnbumNOVILxKwW8YXhpuCOd7jJ	Archivo CAD Iluminación	CAD
Anexo 50	CEGAP-BEC-MEP-ELEC https://drive.google.com/drive/folders/1_NVm7ajnbumNOVILxKwW8YXhpuCOd7jJ	Modelo Revit Iluminación	RVT
Anexo 51	CEGAP-BEC-MEP-ELEC-AUD https://drive.google.com/drive/folders/1_NVm7ajnbumNOVILxKwW8YXhpuCOd7jJ	Auditoría de Interoperabilidad Iluminación	PDF-HTML
Anexo 52	CEGAP-BEC-MEP-ELEC-380 https://drive.google.com/drive/folders/1_NVm7ajnbumNOVILxKwW8YXhpuCOd7jJ	Planos Iluminación	PDF
Anexo 53	CEGAP-BEC-MEP-ELEC https://drive.google.com/drive/folders/1_NVm7ajnbumNOVILxKwW8YXhpuCOd7jJ	Archivo IFC Iluminación	IFC
Anexo 54	CEGAP-BEC-MEP-ELEC https://drive.google.com/drive/folders/1_NVm7ajnbumNOVILxKwW8YXhpuCOd7jJ	Modelo Iluminación NWC	NWC

Anexo 55	CEGAP-BEC-MEP-ELEC https://drive.google.com/drive/folders/1_NVm7ajnbumNOVLxKwW8YXhpuCOd7jJ	Análisis de Costos Iluminación	PRESTO
Anexo 56	CEGAP-BEC-MEP-SCI https://drive.google.com/drive/folders/1GVjQ7fwQfNj3uW5OnYr_adqk45KnmirG	Archivo CAD S. Contraincendios	CAD
Anexo 57	CEGAP-BEC-MEP-MEC-SCI https://drive.google.com/drive/folders/1GVjQ7fwQfNj3uW5OnYr_adqk45KnmirG	Modelo Revit S. Contraincendios	RVT
Anexo 58	CEGAP-BEC-MEP-MEC-SCI-AUD https://drive.google.com/drive/folders/1GVjQ7fwQfNj3uW5OnYr_adqk45KnmirG	Auditoría de Interoperabilidad S.Contraincendios	PDF-HTML
Anexo 59	CEGAP-BEC-MEP-MEC-SCI-360 https://drive.google.com/drive/folders/1GVjQ7fwQfNj3uW5OnYr_adqk45KnmirG	Planos S. Contraincendios	PDF
Anexo 60	CEGAP-BEC-MEP-MEC-SCI https://drive.google.com/drive/folders/1GVjQ7fwQfNj3uW5OnYr_adqk45KnmirG	Archivo IFC S. Contraincendios	IFC
Anexo 61	CEGAP-BEC-MEP-MEC-SCI https://drive.google.com/drive/folders/1GVjQ7fwQfNj3uW5OnYr_adqk45KnmirG	Modelo S. Contraincendios NWC	NWC
Anexo 62	CEGAP-BEC-MEP-MEC-SCI https://drive.google.com/drive/folders/1GVjQ7fwQfNj3uW5OnYr_adqk45KnmirG	Análisis de Costos S.Contraincendios	PRESTO
Anexo 63	CEGAP-BEC-MEP-ELEC CEGAP-BEC-MEP-HID-AF CEGAP-BEC-MEP-HS-AALL CEGAP-BEC-MEP-HS-AASS CEGAP-BEC-MEP-MEC-SCI https://drive.google.com/drive/folders/1JA9QgshGtEqmV951_GYfBVX0JPY6imEo	Modelo MEP NWC	NWC
Anexo 64	CEGAP-BEC-MEP-COR-DISCP https://drive.google.com/drive/folders/1I0m_S_wqz7tVxw7Bdf8-ye-1pEt0Ysbu	Coordinación disciplinar MEP	NWF
Anexo 65	CEGAP-BEC-MEP-INF-COLISIONES	Informe de detección de	PDF

	https://drive.google.com/drive/folders/1I0m_S_wqz7tVxw7Bdf8-ye-1pEt0Ysbu	interferencias MEP	
Anexo 66	CEGAP-BEC-ANAL-RIESG-IDF https://drive.google.com/drive/folders/1spC_84OT3PQE1Ce84P9hCbEXoHjxCBCg	Informe técnico Riesgos	XLSX
Anexo 67	ESTUDIO_DE_INTENSIDADES ESTUDIO_IMPACTO_AMBIENTAL https://drive.google.com/drive/folders/1fcau1HBDJJZzt_cHozxp2QCXJ10oixp3	Informe mecánico Riesgos	PDF
Anexo 68	CEGAP-BEC-SIM-RIES-INUND https://drive.google.com/drive/folders/1aUNd6hRtP9YLtvIB1sU_VVr9F2SNGDhp	Simulación Riesgos	MP4-IMX
Anexo 69	CEGAP-BEC-CORD-INTER-DISCP-FEDERADO https://drive.google.com/drive/folders/1Ybvwi6WJCHlea5Rp6Y0MmPDbOOIxSUB	Coordinación Modelo Federado NWD	NWD
Anexo 70	CEGAP-BEC-PRES-GEN https://drive.google.com/drive/folders/1AqnTOzI_HdPb_2xyLnJVd8aSTQ9yzO0a	Costos 5d Modelo Federado PRESTO	PRESTO
Anexo 71	CEGAP-BEC-ZZ-ZZZ-M3D-FEDERADO https://drive.google.com/drive/folders/1qZn23wQqyCVJwHd0obJ1yKD-FpjAP2Pu	Modelo Federado	RVT
Anexo 72	BEC-CEGAP-PRO1-XX- PLANIFICACION https://drive.google.com/drive/folders/1U53K02G8RWjJa3US6TA2CIO63JpQWPw	Planificación 4D	MPP
Anexo 73	CEGAP-BEC-CORD-INTER-DISCP-FEDERADO- TimeLiner https://drive.google.com/drive/folders/1b3EhBaEvLCMadqKD5E_pgzTPc9p4leLV	Simulación Constructiva CEGAP	AVI
Anexo 74	BEC-CEGAP-FLUJOS-ROLES https://drive.google.com/drive/folders/1CsN8SF5m9vf_1cx3nmcGTanlGFfchGOx	Flujos de trabajo BEC	PDF
Anexo 75	CONTRATO, ARQ PAMELA ARCOS. https://drive.google.com/drive/folders/1JEj1ubOJNRGykp_7J_eU5nFdSXgXbfBn	Contratos Equipo BEC	DOCX