



FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL

Trabajo de fin de Carrera titulado:

“Integración de la metodología BIM en el desarrollo del proyecto Centro de Interpretación cultural Pifo, Rol Coordinador, Líder Estructural”

Realizado por:

Elían Andres Espin Taco

Director del proyecto:

Arq. MTR, Gustavo Francisco Vásquez Andrade

Como requisito para la obtención del título de:

MAGISTER / INGENIERO EN GERENCIA DE PROYECTOS BIM

QUITO, SEPTIEMBRE del 2024

DECLARACIÓN JURAMENTADA

Yo, Elian Andres Espin Taco, con cédula de identidad # 0202410718, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o 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.

Elian Andres Espin Taco

C.I.: 0202410718

DECLARACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS

Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación.

Arq. MTR, Gustavo Francisco Vásquez Andrade

LOS PROFESORES INFORMANTES:

LUIS ALBERTO SORIA NUÑEZ

VIOLETA CAROLINA RANGEL RODRIGUEZ

Después de revisar el trabajo presentado lo han calificado como apto para su defensa oral ante el tribunal examinador.

Ing. Violeta Rangel

Ing. Luis Soria

QUITO, SEPTIEMBRE del 2024

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

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.

ELIAN ANDRES ESPIN TACO

C.I.: 0202410718

Dedicatoria

A mis padres quienes han sido la figura principal en toda esta etapa académica, quienes me enseñaron que todo esfuerzo tiene su recompensa y hoy puedo decir que lo logré; logré cumplir una etapa más en mi vida profesional y que con todo este conocimiento lograré cumplir mis sueños y metas.

A mi hermano, quien nunca me dejó solo y siempre estuvo apoyándome desde lejos y que a pesar de la distancia siempre buscó la manera de darme ánimos a superar cada obstáculo que tuve para poder cumplir con esta etapa más en mi vida.

A mis abuelitos que hoy me ven desde el cielo, quienes desde lo alto me dieron su bendición, dándome la sabiduría necesaria para seguir adelante y no rendirme ante nada.

Elían Andrés Espin Taco

Agradecimiento

Agradezco a Dios por todas las bendiciones otorgadas y toda la fuerza necesaria para poder superar todos los obstáculos en este largo camino y por estar ahí conmigo y no dejarme solo.

Agradezco a mis padres por ser esa guía necesaria en esta etapa académica, quienes me brindaron todas sus enseñanzas y me impulsaron a ser cada día mejor tanto como persona y como profesional. Este logro también es de ustedes padres míos, los amo.

Agradezco a mi hermano por todas sus palabras de aliento cuando ya no podía más, se que durante esta etapa académica tuve que afrontar muchas dificultades y fuiste tu quien me apoyo y no me dejó solo.

Agradezco a mis abuelitos por todas las bendiciones otorgadas en toda esta etapa académica.

Agradezco a mi novia Pamela por ser esa persona que me escuchaba siempre, quien a pesar de todo lo que tuvo que pasar durante su internado no fue motivo para estar ahí apoyándome e impulsándome a cumplir con mis objetivos y estoy seguro de que al igual que yo ella también lo hará. Se que llegaremos muy lejos te lo prometo.

Elían Andrés Espin Taco

Resumen

El presente trabajo de fin de carrera se centra en la integración de la metodología BIM en el desarrollo del proyecto Centro de Interpretación Cultural de Pifo. Este proyecto se desarrolla en la parroquia rural de Pifo, ubicada en el extremo nororiental del Distrito Metropolitano de Quito, una localidad que presenta varias deficiencias de índole social, cultural, espacial y arquitectónica. En respuesta a estas necesidades, el grupo de trabajo BIMCICP propone llevar a cabo el diseño de un centro de interpretación cultural que no sólo funcione como un espacio para la difusión de la cultura popular de Pifo, sino que también sirva como un escenario integrador para actividades sociales, culturales y comerciales.

El objetivo principal de esta tesis es demostrar cómo la metodología BIM puede ser aplicada de manera integral para mejorar la planificación, diseño y construcción de un proyecto arquitectónico, estructural y MEP (mecánica, eléctrica y plomería). A través de la implementación de las dimensiones 4D (tiempo), 5D (presupuesto) y 6D (sostenibilidad), se busca optimizar la eficiencia y efectividad en todas las etapas del proyecto.

La metodología utilizada incluye una investigación de campo para comprender los elementos representativos de la cultura popular de Pifo, el desarrollo de un modelo BIM para el diseño arquitectónico, estructural y MEP, la simulación 4D para planificar la secuencia constructiva, el análisis de presupuestos 5D comparado con modelos tradicionales. Además, se realiza un análisis climatológico, Análisis de orientación, análisis de asoleamiento y diagramas solares de la edificación, análisis de confort mediante diagramas psicométricos PMV y PPD, análisis de iluminancia de espacios interiores de la edificación en estado actual, análisis en 3D, con la finalidad de evaluar su impacto en la sostenibilidad 6D del proyecto.

Este trabajo destaca las ventajas de utilizar BIM para lograr una planificación más precisa, una reducción de costos y tiempos, y una mayor sostenibilidad en los proyectos de construcción. Se espera que los resultados obtenidos promuevan prácticas más sostenibles y eficientes en el diseño y construcción de instalaciones culturales, demostrando el potencial transformador de la tecnología BIM en este contexto.

Para dar cumplimiento a este requerimiento se trabajó colaborativamente en un entorno común de datos con la finalidad de poder mantener la sincronización de los modelos de las diferentes disciplinas generando así una información centralizada.

Palabras clave: Metodología BIM, interpretación, cultural, planificación, presupuesto, sostenibilidad.

Abstract

This final degree project focuses on the integration of the BIM methodology in the development of the Pifo Cultural Interpretation Center project. This project is developed in the rural parish of Pifo, located in the northeastern corner of the Metropolitan District of Quito, a locality that has several social, cultural, spatial, and architectural deficiencies. In response to these needs, the BIMCICP working group proposes to carry out the design of a cultural interpretation center that not only functions as a space for the dissemination of Pifo's popular culture, but also serves as an integrative setting for activities. social, cultural, and commercial.

The main objective of this thesis is to demonstrate how the BIM methodology can be applied comprehensively to improve the planning, design, and construction of an architectural, structural and MEP (mechanical, electrical, and plumbing) project. Through the implementation of dimensions 4D (time), 5D (budget) and 6D (sustainability), we seek to optimize efficiency and effectiveness in all stages of the project.

The methodology used includes field research to understand the representative elements of Pifo popular culture, the development of a BIM model for architectural, structural and MEP design, 4D simulation to plan the construction sequence, comparative 5D budget analysis with traditional models. In addition, a climatological analysis is carried out, orientation analysis, sunlight analysis and solar diagrams of the building, comfort analysis using PMV and PPD psychometric diagrams, illuminance analysis of interior spaces of the building in its current state, plan and 3D analysis. , in order to evaluate its impact on the 6D sustainability of the project.

This work highlights the advantages of using BIM to achieve more precise planning, cost and time reduction, and greater sustainability in construction projects. The results obtained are expected to promote more sustainable and efficient practices in the design and construction of cultural facilities, demonstrating the transformative potential of BIM technology in this context.

To comply with this requirement, we worked collaboratively in a common data environment in order to maintain the synchronization of the models of the different disciplines, thus generating centralized information.

Keywords: BIM methodology, interpretation, cultural, planning, budget, sustainability.

Tabla de Contenidos

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE	5
Lista de Tablas.....	21
Lista de Figuras	22
Capítulo 1: INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivos del trabajo y descripción	2
1.2 Interés personal y metas	3
1.3 Descripción de la estructura de la entrega y contenido	3
1.3.1 Documentos iniciales del Promotor.....	4
1.3.1.1 Planos 2D Preliminares	4
1.3.1.2 Presupuesto Preliminar	4
1.3.2 Idea conceptual respecto al diseño arquitectónico.....	5
1.3.2.1 Representación social y cultural	5
1.3.2.2 Espacios flexibles y multifuncionales	5
1.3.2.3 Integración con el entorno Natural y Urbano	5
1.3.2.4 Fomento de la participación comunitaria	6
1.3.2.5 Innovación y Modernidad.....	6
1.4 Visión del proyecto.....	7
1.5 Contexto del proyecto.....	8
1.6 Contexto geográfico y social	8
1.7 Contexto cultural	9
1.8 Ubicación Geográfica.....	10
1.9 Ubicación del predio.....	11

	13
1.10 Acercamiento al predio.....	12
1.11 Componentes Arquitectónicos.....	12
1.11.1 Zona Pública	13
1.11.2 Zona de interpretación	13
1.11.3 Zona de Representaciones Sociales	13
1.11.4 Zona de servicios	14
1.11.5 Circulaciones	14
1.11.6 Parqueaderos.....	14
1.12 Integración con el predio y el entorno	15
1.13 Relación espacial y funcional.....	15
1.14 Componentes Estructurales	16
1.14.1 Pórticos metálicos.....	17
1.14.2 Sistemas de arriostramiento	17
1.14.3 Bases y fundaciones.....	17
1.15 Tiempo de ejecución del proyecto.....	18
1.16 BIM en el proyecto.....	18
1.16.1 Planificación y diseño.....	18
1.16.1.1 Modelado 3D	18
1.16.1.2 Simulación de construcción 4D	19
1.16.1.3 Estimación de costos 5D.....	19
1.16.1.4 Sostenibilidad 6D.....	19
Capítulo 2: MARCO TEÓRICO	22
2.1 Metodología BIM	22
2.1.1 Antecedentes.....	22

2.1.2 BIM en el Ecuador	23
2.1.3 BIM en la Construcción	24
2.1.4 Herramientas BIM	25
2.1.4.1 Entorno Común de Datos (CDE)	25
2.1.4.2 Interoperabilidad y Formatos IFC	26
2.1.4.3 Herramientas BIM más Utilizadas a Nivel Mundial	26
2.1.4.3.1 Autodesk Revit	26
2.1.4.3.2 ArchiCAD	26
2.1.4.3.3 Bentley Systems	26
2.1.4.3.4 Tekla Structures	27
2.1.4.3.5 Navisworks	27
2.1.4.3.6 Solibri Model Checker	27
2.1.4.3.7 Dynamo	27
2.1.4.3.8 Rhino + Grasshopper	27
2.1.4.4 Aplicaciones en Todas las Dimensiones del BIM	28
2.2 Fases de Implementación BIM	28
2.2.1 Fase de conceptualización	28
2.2.1.1 Evaluación Inicial	29
2.2.1.2 Definición de Objetivos	29
2.2.1.3 Identificación de Proyectos Piloto	29
2.2.1.4 Formación de un Equipo BIM	29
2.2.1.5 Elaboración de un Plan de Implementación	29

2.2.1.6 Capacitación y Formación	30
2.2.1.7 Establecimiento de Protocolos y Estándares	30
2.2.1.8 Evaluación de Herramientas y Tecnologías	30
2.2.2 Fase de criterio de diseño	30
2.2.2.1 Definición de Objetivos de Diseño.....	31
2.2.2.2 Selección de Herramientas y Tecnologías	31
2.2.2.3 Establecimiento de Protocolos de Trabajo	31
2.2.2.4 Modelado Inicial	32
2.2.2.5 Coordinación Interdisciplinaria	32
2.2.2.6 Simulación y Análisis	32
2.2.2.7 Revisión y Validación.....	32
2.2.2.8 Documentación y Comunicación.....	32
2.2.3 Fase de diseño detallado	33
2.2.3.1 Desarrollo del Modelo Detallado.....	33
2.2.3.2 Coordinación Interdisciplinaria Avanzada	33
2.2.3.3 Simulación y Análisis Avanzados	34
2.2.3.4 Generación de Documentación Constructiva	34
2.2.3.5 Revisión y Validación del Diseño	34
2.2.3.6 Preparación para la Construcción	34
2.2.3.7 Comunicación y Colaboración	34
2.2.4 Fase de construcción.....	35
2.2.4.1 Modelos Actualizados en Tiempo Real.....	35
2.2.4.2 Gestión de la Construcción y Planificación.....	35
2.2.4.3 Coordinación y Resolución de Conflictos	35
2.2.4.4 Visualización y Comunicación	36

2.2.4.5 Control de Calidad y Documentación.....	36
2.2.4.6 Gestión de Costos e Insumos.....	36
2.2.4.7 Planificación de la Construcción y Logística	36
2.2.4.8 Gestión de Cambios y Actualizaciones	36
2.2.4.9 Integración con Tecnologías Emergentes.....	37
2.2.5 Fase de Operación y mantenimiento	37
2.2.5.1 Gestión de Información y Activos.....	37
2.2.5.2 Mantenimiento Predictivo y Preventivo	37
2.2.5.3 Planificación y Coordinación de Mantenimiento	37
2.2.5.4 Simulación y Análisis de Operaciones	38
2.2.5.5 Gestión de Renovaciones y Modificaciones.....	38
2.2.5.6 Documentación y Reportes.....	38
2.2.5.7 Capacitación y Operación del Personal	38
2.2.5.8 Integración con Sistemas de Gestión de Edificios (BMS).....	39
2.2.5.9 Optimización de Recursos y Costos	39
2.3 Dimensiones BIM.....	39
2.3.1 Modelo Tridimensional de proyecto (3D)	40
2.3.2 Programación de tiempos (4D).....	40
2.3.3 Control de Costos (5D).....	40
2.3.4 Sostenibilidad (6D).....	41
2.3.5 Mantenimiento (7D)	41
2.4 Roles y Responsabilidades	41
2.4.1 BIM Manager.....	41
2.4.2 Coordinador BIM.....	42
2.4.3 Líder Arquitectónico.....	43

2.4.4 Líder Estructural	43
2.4.5 Líder MEP	43
2.4.6 Líder de Sostenibilidad	43
2.5 Flujo de la Información	44
2.5.1 Entorno Común de datos	45
2.5.2 Administración de permisos	46
2.5.3 Flujo de trabajo y entrega de información	46
2.5.4 Gestión de versiones y documentación.....	47
2.5.5 Gestión de estados	47
2.5.5.1 Trabajo en progreso (WIP)	48
2.5.5.2 Compartido	49
2.5.5.3 Publicado	49
2.5.5.4 Archivado	49
2.5.2 Nivel de Información (LOD).....	50
2.6 Normas y Estándares BIM.....	52
2.6.1 Norma ISO 19650.....	53
2.6.2 EIR.....	55
2.6.3 BEP	55
Capítulo 3: EMPRESA BIMCICPC.....	56
3.1 Resumen de la empresa BIMCICP.....	56
3.2 Contratos.....	57
4.8.1 Requerimiento de intercambio de información BIMCICP, EIR	59
4.8.2 Plan de Ejecución BIM “BIMCICP” BEP.....	62
Capítulo 4: Rol Coordinador BIM.....	95

4.1. Descripción del rol	95
4.2. Flujo de Información	95
4.3. Funciones y Responsabilidades	96
4.3.1. Flujo de trabajo	97
4.4. Entorno Común de Datos	99
4.4.1. Creación de Carpetas	99
4.4.2. Asignación de Permisos.....	100
4.4.3. Intercambio de información.....	101
4.6. Parámetros de Coordinación.....	101
4.6.1. Protocolo de modelado	102
4.6.2. Manual de estilos	103
4.6.3. Plantilla por disciplina	104
4.6.4. Matriz de interferencia.....	108
4.6.4.1. Lista de pruebas	109
4.6.4.2. Grupos de búsqueda.....	110
4.6.5. Hitos de coordinación	111
4.5. Auditoria de modelo por disciplina	112
4.5.1. Modelo Arquitectónico.....	113
4.5.1.1. Model Checker.....	113
4.5.2. Modelo Estructural	114
4.5.2.1. Model Checker.....	114
4.5.3. Modelo MEP.....	115
4.5.3.1. Model Checker.....	115
4.6. Coordinación Multidisciplinar.....	117

4.6.1. Informe de interferencias modelo arquitectónico	118
4.6.2. Informe de interferencias modelo estructural	118
4.6.3. Informe de interferencias modelo MEP.....	119
4.6.4. Resolución de Hitos	120
4.7. Coordinación sostenibilidad 6D	126
Capítulo 5: Rol Secundario Líder de Estructura	127
5.1. Descripción del Rol	127
5.3. Funciones y Responsabilidades	127
5.2. Flujo de trabajo	128
5.3. Archivos de entrada	129
5.3.1. Manual de estilos	130
5.3.2. Plantilla estructural	131
5.4. Asignación de carpeta.....	132
5.5. Modelado estructural	132
5.5.1. Niveles y rejillas	133
5.5.2. Nivel de desarrollo (LOD).....	133
5.5.3. Auditoria de modelo	135
5.6. Coordinación disciplinar	136
5.6.1. Archivos de referencia	137
5.6.3. Lista de pruebas	137
5.6.4. Conjuntos de búsqueda	138
5.6.5. Gestión de interferencias	139
5.7. Modelo estructural federado	141
5.7. Presupuesto 5D	142
5.7.1. Flujo de trabajo	142

5.7.2. Archivos de referencia	143
5.7.3. Elaboración de APU's.....	144
5.8. Programación 4D.....	145
Capítulo 6: Conclusiones	146
6.1. Coordinador BIM	146
6.2. Líder Estructural.....	147
Capítulo 7: Recomendaciones	149
Capítulo 8: Referencias Bibliográficas	150
Anexos.....	152

Lista de Tablas

Tabla 1 Datos del predio Hacienda San Javier	11
Tabla 2 Descripción del proyecto	59
Tabla 3 Integrantes y Roles	59
Tabla 4 Usos BIM	60
Tabla 5 Plan de entrega de información	61
Tabla 6 Estructura Organizativa	68
Tabla 7 Usos del proyecto BIM.....	69
Tabla 8 Estándares específicos del proyecto	70
Tabla 9 Procesos.....	71
Tabla 10 Estándar de codificación	72
Tabla 11 Identificación de miembros equipo BIMCICP	83
Tabla 8 Estilo de dimensiones para el proyecto Centro de Interpretación Cultural Pifo	103
Tabla 9 Estilo de etiqueta para el proyecto Centro de Interpretación Cultural Pifo.....	104
Tabla 10 Estilo de ejes para el proyecto Centro de Interpretación Cultural Pifo.	104
Tabla 11 Hitos de coordinación.....	112
Tabla 12 Hito 1 de coordinación y detección de Hito.	120
Tabla 13 Hito 2 de coordinación.	122
Tabla 14 Hitos 3 y 4 de coordinación.....	123
Tabla 15 Hito 5 de coordinación.	125

Lista de Figuras

Ilustración 1 Propuesta conceptual y partido arquitectónico.....	6
Ilustración 2 Ponderación del sitio de intervención	8
Ilustración 3 Ubicación geográfica de Pifo	9
Ilustración 4 Logo de guía informativa de Pifo.....	10
Ilustración 5 IRM Informe de Regulación Metropolitana.....	11
Ilustración 6 Esquema de composición y forma arquitectónica.....	16
Ilustración 7 Entorno Común de Datos estructurado en capas compuestas por elementos técnicos individuales.	45
Ilustración 8 Gestión de estados según ISO/DIS 19650-1 (2017).....	48
Ilustración 9 Nivel de desarrollo.	51
Ilustración 10 Ciclo de vida de la gestión de la información según ISO 19650.	54
Ilustración 11 Logo BIMCICP	56
Ilustración 12 Contrato de trabajo empleados	58
Ilustración 24 Flujo de plan de contingencia por incumplimiento de responsabilidades	79
Ilustración 25 Flujo Elaboración del (BEP)	93
Ilustración 26 Flujo de plan de ejecución BIM (BEP)	93
Ilustración 27 Flujo de estructura de ejecución del BEP (PLAN DE EJECUCIÓN BIM)	94
Ilustración 16 Flujo de información del Coordinador BIM.....	96
Ilustración 17 Responsabilidades Coordinador BIM.	97
Ilustración 18 Flujo de Coordinación.	98
Ilustración 19 Flujo de intercambio de la información.	101
Ilustración 20 Protocolo de Modelado.	102

Ilustración 21 Navegador de proyecto de la disciplina de Arquitectura.	105
Ilustración 22 Navegador de proyecto de la disciplina de Estructura.	106
Ilustración 23 Navegador de proyecto modelo MEP – Fontanería.	107
Ilustración 24 Navegador de proyecto Modelo MEP - Iluminación.	108
Ilustración 25 Matriz de Interferencia.	109
Ilustración 26 Lista de pruebas.	110
Ilustración 27 Conjuntos de búsqueda.	111
Ilustración 28 Informe verificador de modelo arquitectónico.	113
Ilustración 29 Informe verificador de modelo estructural.	115
Ilustración 30 Informe verificador de modelo MEP – Fontanería.	116
Ilustración 31 Informe verificador de modelo MEP – Iluminación.	116
Ilustración 32 Flujo Coordinación Multidisciplinar.	117
Ilustración 33 Informe de interferencias modelo arquitectónico.	118
Ilustración 34 Informe de interferencias modelo estructural.	119
Ilustración 35 Informe de interferencias modelo MEP - Fontanería.	119
Ilustración 36 Informe de interferencias modelo MEP - Iluminación.	120
Ilustración 37 Interferencia muro arquitectónico vs cielo Razo.	121
Ilustración 38 Interferencia columnas vs vigas.	121
Ilustración 39 Informe de interferencias arquitectura vs estructura.	123
Ilustración 40 Informe de interferencias estructura vs MEP.	124
Ilustración 41 Informe de interferencias arquitectura vs MEP.	125
Ilustración 42 Informe de interferencias arquitectura - estructura - MEP.	126
Ilustración 43 Responsabilidades Líder Estructural.	128
Ilustración 44 Flujo de trabajo líder estructural.	129
Ilustración 45 Plantilla de modelado por elementos estructurales.	130

Ilustración 46 Estilo de texto.....	131
Ilustración 47 Estilo de simbología.....	131
Ilustración 48 Estructura del navegador de proyecto.....	132
Ilustración 49 Modelado estructural en LOD 100.....	133
Ilustración 50 Modelado estructural en LOD 200.....	134
Ilustración 51 Modelado estructural en LOD 300.....	135
Ilustración 52 Informe de auditoría modelo estructural.....	135
Ilustración 53 Flujo de coordinación disciplinar.....	136
Ilustración 54 Matriz de interferencia disciplina estructuras.....	137
Ilustración 55 Lista de pruebas disciplina estructuras.....	138
Ilustración 56 Conjuntos de búsqueda disciplina estructuras.....	139
Ilustración 57 Informe de interferencias estructura.....	139
Ilustración 58 Interferencia vigas fundación vs muro de contención.....	140
Ilustración 59 Interferencia vigas vs muros de contención.....	140
Ilustración 60 Informe de conflictos escaleras vs vigas.....	141
Ilustración 61 Modelo estructural federado.....	142
Ilustración 62 Flujo de trabajo modelo estructural 4D y 5D.....	143
Ilustración 63 Base de datos cámara de la industria de la construcción.....	143
Ilustración 64 Exportación de volumetrías con Cost-it.....	144
Ilustración 65 Exportación de categorías Cost-it.....	144

Capítulo 1: INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de fin de carrera se enfoca en la Integración de la metodología BIM en el desarrollo del proyecto Centro de Interpretación Cultural de Pifo. La parroquia rural de Pifo, ubicada en el extremo nororiental del Distrito Metropolitano de Quito, enfrenta diversas carencias en ámbitos sociales, culturales, espaciales y arquitectónicos. Con el objetivo de mitigar estas deficiencias y ofrecer un espacio cultural adecuado, se ha diseñado un centro de interpretación que busca difundir la cultura popular de Pifo y proporcionar un espacio integrador para las actividades sociales, culturales y comerciales.

La metodología BIM (Building Information Modeling) se presenta como una herramienta poderosa para optimizar el diseño, la planificación y la construcción del proyecto. Al implementar las dimensiones 4D (tiempo), 5D (presupuesto) y 6D (sostenibilidad), se espera lograr una mayor eficiencia y efectividad en todas las etapas del ciclo de vida del proyecto cultural. Esta metodología permite una gestión integral de la información, facilitando la toma de decisiones y la coordinación entre las distintas disciplinas involucradas en el proyecto.

El proyecto no sólo pretende crear un espacio cultural moderno y funcional, sino también fortalecer la identidad cultural de la parroquia de Pifo, rescatando y promoviendo sus tradiciones y creencias. A través de un diseño arquitectónico que refleje estas representaciones sociales, se busca generar un entorno urbano que potencie la interacción comunitaria y el desarrollo local.

Para llevar a cabo este proyecto, se realizó una investigación de campo con el fin de identificar los elementos clave de la cultura popular de Pifo que debían incorporarse en el diseño del centro de interpretación. Posteriormente, se desarrolló un modelo BIM que integrará los aspectos arquitectónicos, estructurales y MEP

(mecánica, eléctrica, plomería), permitiendo una visualización precisa y detallada del proyecto. Además, se llevaron a cabo simulaciones 4D para planificar la secuencia constructiva y optimizar el cronograma, así como un análisis de presupuestos 5D para comparar el enfoque BIM con los métodos de construcción tradicionales.

Uno de los aspectos más importantes del proyecto es la evaluación de su impacto en la sostenibilidad 6D. Para ello, se realizaron diversos análisis detallados, incluyendo un análisis climatológico, análisis de orientación, análisis de asoleamiento y diagramas solares de la edificación. También se llevó a cabo un análisis de confort mediante diagramas psicométricos PMV y PPD. Además, se realizaron análisis de iluminancia de los espacios interiores de la edificación en su estado actual, así como evaluaciones en 3D. Estos estudios permiten una comprensión integral de cómo el diseño del proyecto afectará su sostenibilidad a largo plazo.

1.1 Objetivos del trabajo y descripción

El objetivo principal de este trabajo es optimizar el proceso de diseño y construcción del Centro de Interpretación Cultural de Pifo mediante la integración de la metodología BIM. Los objetivos específicos de esta investigación incluyen:

Utilizar la metodología BIM para simular el proceso constructivo en la dimensión temporal (4D), lo que permitirá una planificación y ejecución más eficientes a lo largo de todas las etapas del proyecto.

Implementar modelos BIM en la dimensión de presupuestos (5D) para realizar estimaciones financieras precisas, asegurando un control riguroso de los plazos y minimizando la ineficiencia en cada fase del proyecto.

Analizar el diseño y la ejecución del proyecto incorporando la dimensión de sostenibilidad (6D).

Desarrollar un ejercicio académico que promueva la colaboración entre los diferentes actores involucrados, fortaleciendo el aprendizaje y la integración de conocimientos multidisciplinarios.

Mejorar la calidad de los documentos, entregables y modelos generados en la fase de diseño, utilizando BIM para evitar errores y retrabajos durante la ejecución del proyecto, garantizando un flujo de trabajo más eficiente y efectivo.

1.2 Interés personal y metas

El interés en desarrollar este trabajo surge de una necesidad profesional de mejorar los resultados en el diseño, la presupuestación y la construcción de proyectos de manera más eficiente. La integración de la metodología BIM (Building Information Modeling) en el desarrollo del Centro de Interpretación Cultural de Pifo permite optimizar todo el ciclo de vida del proyecto mediante la gestión de datos informáticos. Esto proporciona la oportunidad de tomar decisiones más acertadas y oportunas en cada etapa del proyecto.

La implementación de BIM no sólo facilita una planificación y ejecución más precisa, sino que también mejora la colaboración entre todos los actores involucrados. Al adoptar esta metodología, se busca reducir costos, acortar plazos y minimizar ineficiencias, promoviendo una industria de la construcción más innovadora y eficiente. Además, el proyecto tiene como meta incentivar prácticas sostenibles y responsables en el diseño y construcción de proyectos culturales.

1.3 Descripción de la estructura de la entrega y contenido

La estructura desarrollada comienza por documentos en dos dimensiones (2D) proporcionados por el PROMOTOR, Estos documentos iniciales son esenciales porque nos van a permitir obtener la información necesaria para elaborar y crear modelos 3D detallados, los cuales servirán como base para la extracción de la información crítica.

Esta información será utilizada para la elaboración de presupuestos (4D), cronogramas de obra (5D) de manera organizada y sistemática y aspectos de sostenibilidad (6D), siguiendo los componentes principales de entrega que a continuación se describen.

1.3.1 Documentos iniciales del Promotor

Para el desarrollo del proyecto del Centro de Interpretación Cultural de Pifo, el promotor proporcionó una cantidad limitada de documentación inicial, compuesta principalmente por planos (2D) y un presupuesto preliminar. La ausencia de información adicional presenta un desafío significativo, pero también subraya la importancia de una planificación meticulosa y un desarrollo detallado utilizando la metodología BIM en las dimensiones 4D, 5D y 6D.

1.3.1.1 Planos 2D Preliminares

Los planos 2D proporcionados por el promotor incluyen dibujos arquitectónicos básicos que representan la distribución espacial inicial del centro de interpretación. Estos planos abarcan la disposición de las salas, los espacios comunes, las áreas administrativas y otras funciones del edificio. Aunque estos documentos ofrecen una visión general del proyecto, carecen de la profundidad y detalle necesarios para un desarrollo completo bajo la metodología BIM. La conversión de estos planos 2D en modelos 3D detallados será crucial para avanzar en el proyecto.

1.3.1.2 Presupuesto Preliminar

El presupuesto preliminar proporcionado incluye una estimación general de los costos asociados con la construcción del centro de interpretación, cuyo valor referencial es de novecientos ochenta y cuatro mil dólares (\$984.873,43). Este documento desglosa los costos por categorías principales, como materiales, mano de obra y servicios. Sin embargo, al ser una estimación inicial, puede no reflejar todos los costos potenciales ni las posibles contingencias. La metodología BIM (5D) será fundamental para refinar y

ajustar este presupuesto, permitiendo una estimación más precisa y un control riguroso de los costos durante todas las fases del proyecto.

1.3.2 Idea conceptual respecto al diseño arquitectónico

El promotor del proyecto del Centro de Interpretación Cultural de Pifo tuvo una visión clara y fundamentada sobre el diseño arquitectónico, la cual se centra en varios aspectos clave para responder a las necesidades y características de la comunidad de Pifo.

1.3.2.1 Representación social y cultural

El diseño arquitectónico se concibe como un reflejo y una celebración de la cultura popular de Pifo. La intención es crear un espacio que no solo albergue actividades culturales, sino que también actúe como un símbolo de la identidad local. Los elementos arquitectónicos deben incorporar detalles y características que representen las tradiciones, creencias y prácticas de la comunidad, creando así un vínculo profundo entre la edificación y sus usuarios.

1.3.2.2 Espacios flexibles y multifuncionales

Una de las ideas centrales del promotor es la creación de espacios flexibles y multifuncionales que puedan adaptarse a una variedad de actividades. Desde exposiciones y talleres hasta eventos comunitarios y celebraciones, el centro debe ser capaz de acomodar diferentes tipos de eventos y actividades. Esto implica un diseño que permita la reconfiguración de los espacios interiores con facilidad, promoviendo una utilización eficiente y diversa del edificio.

1.3.2.3 Integración con el entorno Natural y Urbano

El promotor visualiza el centro como un punto de integración entre el entorno natural y el tejido urbano de Pifo. Esto se traduce en un diseño que respeta y se armoniza con el paisaje circundante, utilizando materiales y técnicas constructivas

locales. La orientación y la disposición de los espacios deben maximizar el uso de la luz natural y las vistas al exterior, creando una conexión visual y funcional con el entorno.

1.3.2.4 Fomento de la participación comunitaria

El diseño arquitectónico debe facilitar y fomentar la participación de la comunidad. Esto se traduce en la creación de espacios accesibles y acogedores que inviten a los residentes de Pifo a utilizar el centro para una variedad de actividades. La idea es que el centro no sea solo un lugar de exhibición, sino un punto de encuentro y un motor de la vida social y cultural de la parroquia.

1.3.2.5 Innovación y Modernidad

A pesar de la fuerte conexión con la tradición y la cultura local, el promotor también busca incorporar elementos de innovación y modernidad en el diseño. Esto incluye el uso de tecnologías avanzadas de construcción y gestión, así como un enfoque contemporáneo en la estética y funcionalidad del edificio. El objetivo es crear un espacio que se a la vez tradicional y moderno, reflejando la evolución y el dinamismo de la comunidad.

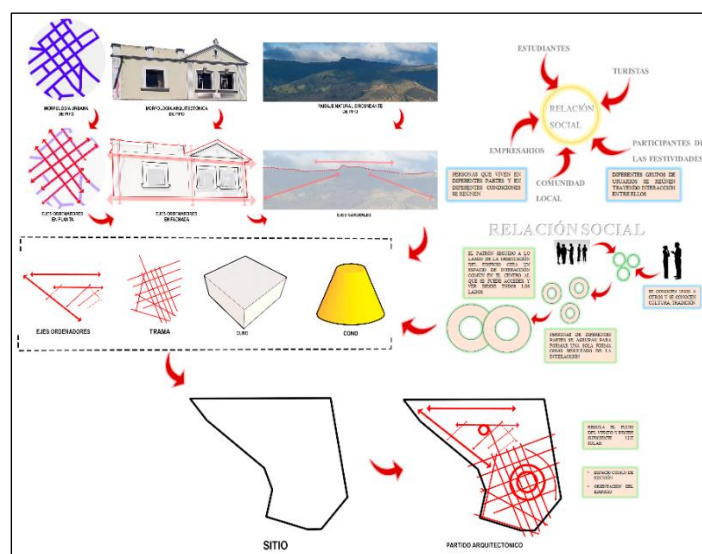


Ilustración 1 Propuesta conceptual y partido arquitectónico

Adaptado de "Diseño de un centro de interpretación como representación social para la difusión de la cultura popular de Pifo", por F. Ullauri, 2021, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central del Ecuador. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/29537>

1.4 Visión del proyecto

El desarrollo del proyecto Centro de Interpretación Cultural de Pifo, mediante la integración de la metodología BIM, se enfoca en transformar la manera en que se planifican, diseñan y ejecutan las edificaciones culturales. La visión del proyecto es crear un espacio arquitectónico que no sólo sirva como un punto de encuentro para la difusión y celebración de la cultura popular de Pifo, sino que también se convierta en un modelo de eficiencia, sostenibilidad y colaboración en la industria de la construcción.

Al emplear la metodología BIM, se busca garantizar que todos los aspectos del proyecto, desde el diseño inicial hasta la gestión del ciclo de vida completo de la edificación, se realicen de manera coordinada y eficiente. Esto incluye la optimización de los procesos constructivos, el control preciso de los costos y plazos, y la implementación de prácticas sostenibles que minimicen el impacto ambiental.

La visión también contempla la creación de un entorno colaborativo donde todos los actores del proyecto, desde arquitectos e ingenieros hasta contratistas y administradores, trabajen en conjunto utilizando modelos digitales que faciliten la toma de decisiones informadas y oportunas. Este enfoque no sólo mejora la calidad y precisión de los entregables, sino que también reduce la probabilidad de errores y reprocesos durante la construcción.

La integración BIM en este proyecto pretende establecer un nuevo estándar en la construcción de edificaciones de índole cultural, demostrando cómo la tecnología y la innovación pueden contribuir al desarrollo sostenible y eficiente de comunidades, al tiempo que se preserva y promueve su patrimonio cultural.

1.5 Contexto del proyecto

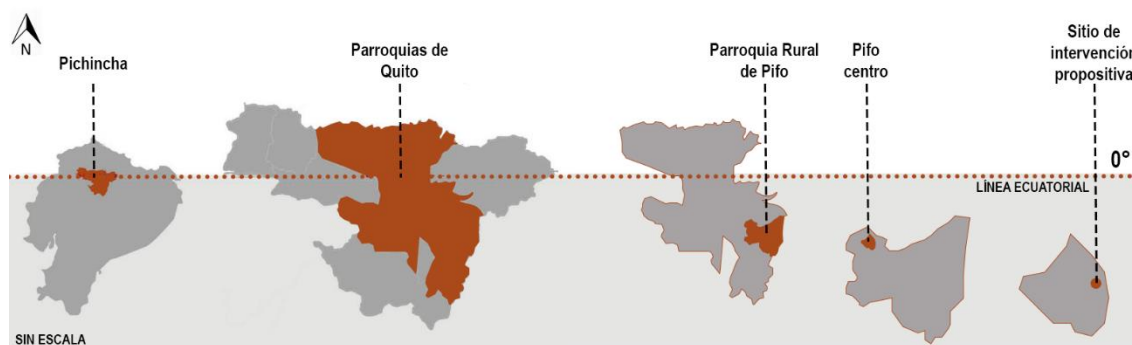


Ilustración 2 Ponderación del sitio de intervención

Adaptado de "Diseño de un centro de interpretación como representación social para la difusión de la cultura popular de Pífo", por F. Ullauri, 2022, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central del Ecuador. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/29537>

Pífo es una parroquia rural que enfrenta múltiples desafíos, incluyendo la falta de infraestructuras culturales adecuadas. El centro de interpretación no sólo servirá como un espacio para la difusión de la cultura popular local, sino también como un punto de encuentro para sus habitantes y comunidades vecinas, fomentando el intercambio social, cultural y comercial.

El proyecto del Centro de interpretación para la cultura popular de Pífo se enmarca en la aplicación de la metodología BIM, un enfoque colaborativo basado en la creación y gestión de información digital sobre un edificio e infraestructura durante todo el ciclo de vida.

1.6 Contexto geográfico y social

Pífo es una parroquia con una historia profunda y tradiciones arraigadas, lo que la convierte en un lugar ideal para la implementación de un centro cultural que refleje y promueva su cultura popular. El entorno geográfico de Pífo, caracterizado por sus paisajes naturales y su cercanía a Quito, ofrece un escenario propicio para el desarrollo de un proyecto arquitectónico que no sólo atienda las necesidades culturales de la comunidad, sino que también atraiga visitantes de otras partes del Ecuador y extranjero.

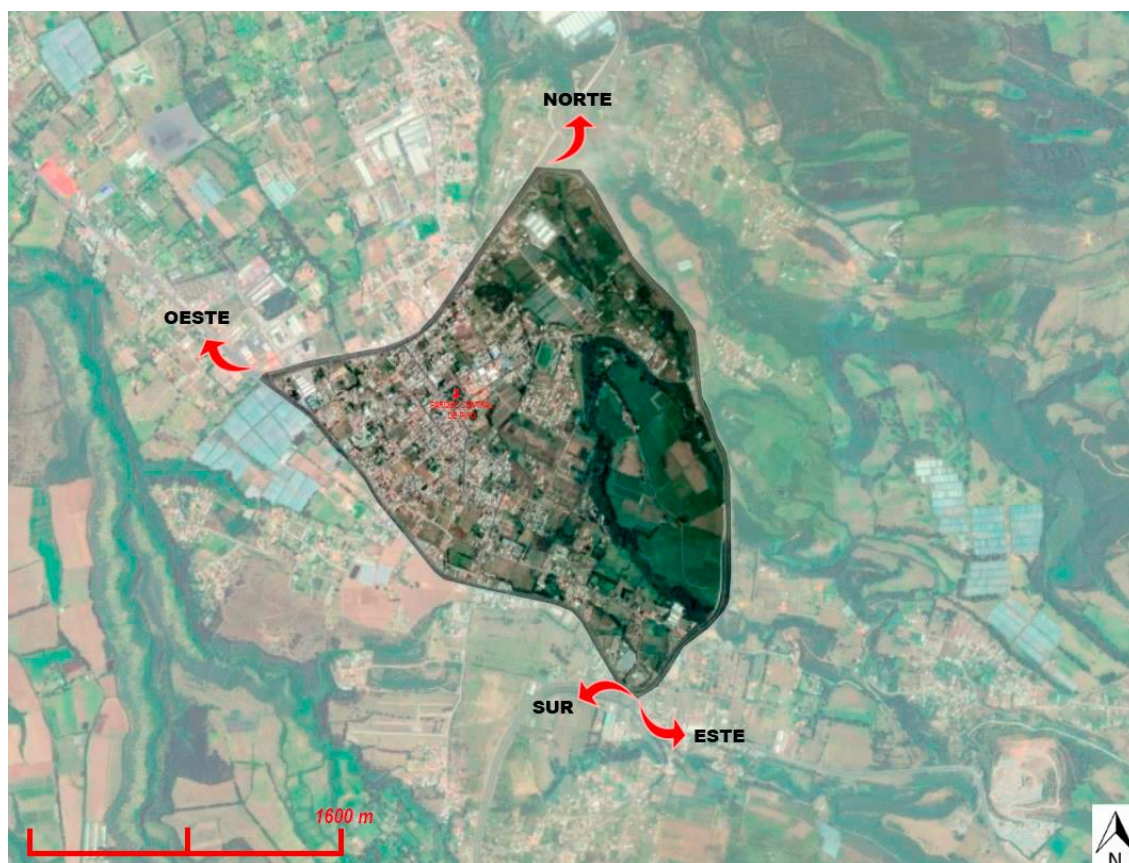


Ilustración 3 Ubicación geográfica de Pifo

Adaptado de "Diseño de un centro de interpretación como representación social para la difusión de la cultura popular de Pifo", por F. Ullauri, 2022, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central del Ecuador. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/29537>

1.7 Contexto cultural

La riqueza cultural de Pifo se manifiesta en sus festividades, artesanías, gastronomía y en la vida cotidiana de sus habitantes. Sin embargo, la falta de edificaciones adecuadas ha dificultado la preservación de estas manifestaciones culturales. El Centro de Interpretación Cultural se propone como una solución para estos desafíos, proporcionando un espacio dedicado a la difusión y la valorización de la cultura local. Este centro no sólo servirá como un museo o sala de exposiciones, sino como un espacio dinámico donde la comunidad pueda interactuar, aprender y compartir sus tradiciones.



Ilustración 4 Logo de guía informativa de Pifo

Adaptado de "Diseño de un centro de interpretación como representación social para la difusión de la cultura popular de Pifo", por F. Ullauri, 2022, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central del Ecuador. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/29537>

1.8 Ubicación Geográfica

La ubicación del Centro de Interpretación Cultural de Pifo se ha elegido estratégicamente para maximizar tanto su accesibilidad como su impacto cultural y social. El tejido urbano de Pifo, caracterizado por un nivel natural único y su proximidad a diversos puntos de interés, ofrece un recorrido visualmente atractivo y enriquecedor hasta llegar al lugar del proyecto. Este recorrido no solo facilita el acceso, sino que también proporciona a los visitantes una experiencia de apreciación del paisaje local, fortaleciendo la conexión entre la comunidad y su entorno natural.

El Centro de Interpretación se situará en el noreste de la parroquia de Pifo, específicamente en el barrio la Primavera. Esta área se caracteriza por su uso mixto de suelo, donde las actividades comerciales y agrícolas predominan. La elección de esta ubicación responde a la necesidad de integrar el centro en un contexto dinámico y activo, donde puede servir como un punto focal para la difusión cultural y la interacción social. Al estar en una zona central y accesible, el centro se posiciona como un nodo crucial que enlaza las diversas facetas de la vida de Pifo, promoviendo tanto el desarrollo cultural como el económico de la parroquia.

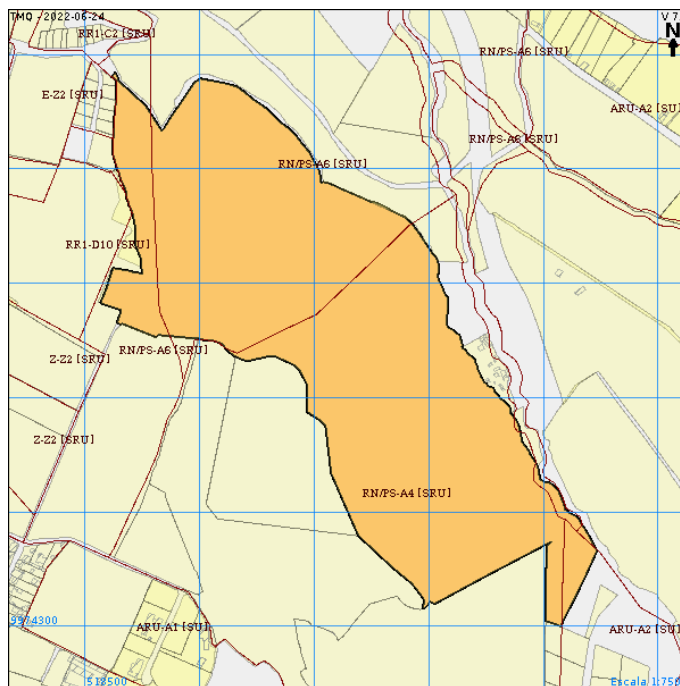


Ilustración 5 IRM Informe de Regulación Metropolitana

Fuente: BIMCICP, 2024, adaptado de <https://pam.quito.gob.ec>.

1.9 Ubicación del predio

El terreno seleccionado para desarrollar el proyecto se sitúa en el noroeste de la hacienda San Javier. Este sitio presenta una característica distintiva, pues tiene la apariencia de una tola, ubicándose sobre una elevación natural que proporciona una vista panorámica de Pifo y de las parroquias circundantes. Esta particularidad del terreno ofrece una oportunidad única para crear un espacio que no solo sea funcional, sino también visualmente atractivo y en armonía con el entorno natural.

DATOS DEL PREDIO	
ÁREA DE LOTE	290.594,32 m2
CODIGO DE ZONIFICACIÓN	A6 (A25002-1.5)
USO VIGENTE DE SUELO	(RN/PS) Recursos Naturales/Producción Sostenible
COS total	3%
COS en planta baja	1,5%
Altura de piso	8,00 m
Número de pisos	2

Tabla 1 Datos del predio Hacienda San Javier

Adaptado de "Diseño de un centro de interpretación como representación social para la difusión de la cultura popular de Pifo", por F. Ullauri, 2022, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central del Ecuador. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/29537>

1.10 Acercamiento al predio

El predio seleccionado para el Centro de Interpretación Cultural de Pifo actualmente no está ocupado y sus coordenadas son N/S -6.4632; E/O -69.3587; Elevación 2642.00 msnm. Aunque se encuentra dentro de los límites de la hacienda San Javier, la parte del terreno que se pretende utilizar para el desarrollo del proyecto no interfiere con las construcciones existentes de la hacienda. La intervención en este lugar es significativa debido a su valor histórico y su potencial para revalorizar la identidad cultural de la zona.

Para acceder al predio desde Pifo, se propone hacerlo a pie o en vehículo, utilizando la calle asfaltada Francisco de Orellana, que atraviesa el parque central de Pifo en dirección sureste – noreste. Esta calle conecta con la calle Ángel Vega, cuya vía no sólo facilitará el acceso al Centro de Interpretación, sino que también permitirá continuar con el acceso a la Hacienda San Javier.

El lote destinado al Centro de Interpretación está rodeado por propiedades privadas y presenta una topografía irregular con una pendiente positiva pronunciada. La intervención en este terreno no solo busca facilitar el acceso, sino que también mejorar la conectividad y accesibilidad general de la zona.

En la parroquia de Pifo, es fundamental recuperar y revalorizar espacios públicos para fomentar la identidad cultural local. Por ello, se propone la creación de espacios verdes que ofrezcan recorridos imaginarios y experiencias enriquecedoras para los visitantes, promoviendo así un mayor vínculo entre la comunidad y su patrimonio cultural.

1.11 Componentes Arquitectónicos

El diseño del Centro de Interpretación Cultural de Pifo está organizado de manera integral, estructurado en diversas zonas que cumplen funciones específicas y

responden tanto a las necesidades del proyecto como a las características del sitio. La propuesta arquitectónica se compone de los siguientes elementos:

1.11.1 Zona Pública

Esta área está destinada a ser un espacio accesible para todos los visitantes, proporcionando un entorno acogedor y funcional, incluye:

Vestíbulo y recepción: Punto de entrada principal donde se recibe a los visitantes y se proporciona información sobre el centro y sus actividades.

Salas de Exposición temporal: Espacios flexibles que pueden albergar exposiciones y eventos culturales variados, permitiendo la renovación continua de contenidos y atrayendo a diferentes públicos.

Tienda de artesanías: áreas de servicios complementarios que ofrecen a los visitantes un lugar para descansar, socializar y adquirir productos relacionados con las exposiciones y la cultura local.

1.11.2 Zona de interpretación

Dedicada a la presentación y exploración de la cultura popular de Pifo, esta zona incluye:

Salas de Interpretación permanente: Espacios diseñados para la exposición de elementos culturales y educativos sobre la historia, tradiciones y costumbres de Pifo. Utiliza tecnología interactiva para mejorar la experiencia del visitante.

Talleres y aulas: Áreas donde se pueden realizar actividades educativas y talleres prácticos, fomentando la participación de la comunidad y la transmisión de conocimientos.

1.11.3 Zona de Representaciones Sociales

Enfocada en la celebración y representación de las prácticas culturales de la comunidad, esta área comprende:

Auditorio: Un espacio versátil diseñado para eventos, conferencias y representaciones artísticas y culturales. Equipado con tecnología audiovisual avanzada, permite una amplia gama de actividades.

Plaza: Un espacio abierto y multifuncional que sirve como punto de encuentro y lugar para actividades comunitarias y eventos al aire libre.

1.11.4 Zona de servicios

Apoya las funciones operativas del centro e incluye:

Oficinas administrativas: Espacios para la gestión y operación del centro, proporcionando áreas de trabajo para el personal administrativo y de mantenimiento.

Servicios Generales: Incluye baños, almacenamiento y otras instalaciones necesarias para el funcionamiento diario del centro.

1.11.5 Circulaciones

Diseñadas para facilitar el movimiento fluido y seguro de los visitantes y el personal, las circulaciones incluyen:

Pasillos y corredores: Conectan las diferentes zonas del centro, diseñados con accesibilidad y comodidad de la gente.

Rampas y escaleras: Garantizan la movilidad vertical y la conexión entre las distintas plantas del edificio, respetando la topografía del terreno y proporcionando accesibilidad para personas con movilidad reducida.

1.11.6 Parqueaderos

Proveen espacios de estacionamiento adecuados para visitantes y personal:

Estacionamiento principal: ubicado cerca de la entrada principal del centro, facilita el acceso de los visitantes.

Estacionamiento de servicio: Destinado al uso del personal y para vehículos de servicio y logística.

1.12 Integración con el predio y el entorno

La propuesta arquitectónica está diseñada para integrarse armoniosamente con la topografía y el paisaje natural del sitio. Los edificios se organizan en plataformas que aprovechan las características del terreno, creando una conexión visual y funcional con el entorno. La configuración espacial busca maximizar las vistas panorámicas y facilitar el acceso a través de circulaciones bien planificadas.

1.13 Relación espacial y funcional

La composición arquitectónica se basa en la interrelación de elementos geométricos y volúmenes que crean espacios dinámicos y funcionales. La plaza de acceso y el “podio” son elementos clave que actúan como núcleos de la propuesta, facilitando la interacción social y cultural. Las plataformas y rampas aseguran una conectividad fluida entre las diferentes áreas del centro, mientras que el diseño arquitectónico responde a las necesidades contemporáneas de la comunidad y al contexto histórico y cultural de Pifo.

Este enfoque integral en la organización y diseño del Centro de Interpretación Cultural de Pifo asegura que el proyecto no solo sea funcional y atractivo, sino también un reflejo fiel y respetuoso de la identidad cultural de la región.

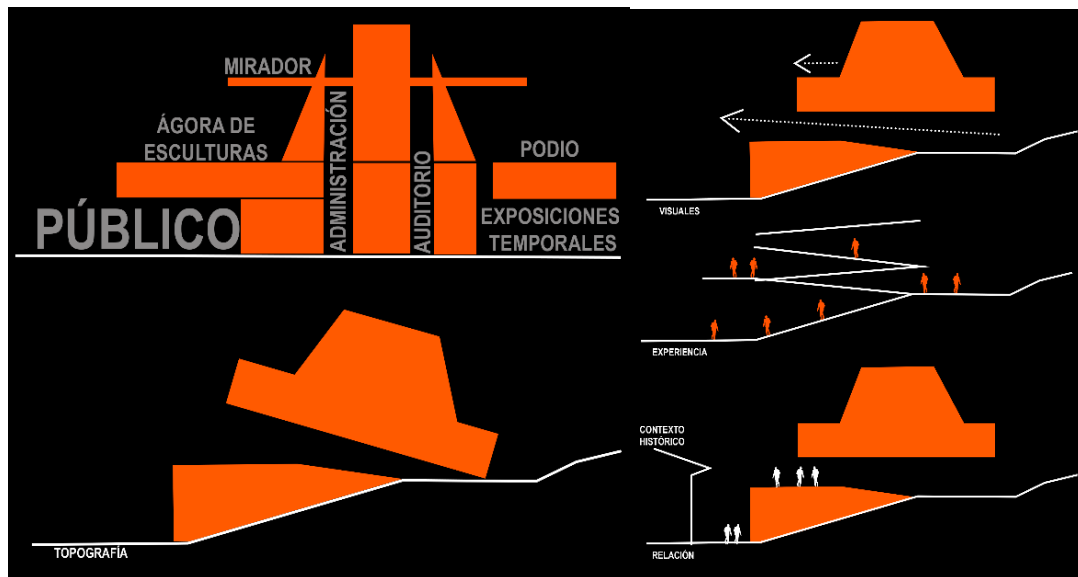


Ilustración 6 Esquema de composición y forma arquitectónica

Adaptado de "Diseño de un centro de interpretación como representación social para la difusión de la cultura popular de Pifo", por F. Ullauri, 2021, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central del Ecuador. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/29537>

1.14 Componentes Estructurales

El diseño estructural del Centro de Interpretación Cultural de Pifo ha sido cuidadosamente desarrollado para garantizar la estabilidad, seguridad y durabilidad de la edificación. Utilizando una estructura metálica, el proyecto busca combinar eficiencia constructiva con una estética moderna y flexible, permitiendo adaptarse a las características del terreno y las necesidades del programa arquitectónico.

La elección de una estructura metálica se basa en varios factores:

Resistencia y durabilidad: El acero es conocido por su alta resistencia a cargas y su capacidad de soportar grandes fuerzas sin deformarse. Esta propiedad es crucial para asegurar la estabilidad del edificio en un terreno con características topográficas complejas.

Flexibilidad de diseño: La estructura metálica permite una gran versatilidad en el diseño arquitectónico, facilitando la creación de espacios amplios y abiertos sin la necesidad de numerosos soportes internos. Esto es especialmente útil en zonas como el auditorio y la plaza.

Rapidez de construcción: Los componentes metálicos pueden ser prefabricados y ensamblados en el sitio de construcción, acelerando el proceso constructivo y reduciendo los tiempos de obra.

La propuesta estructural se compone de los siguientes elementos:

1.14.1 Pórticos metálicos

Los pórticos son el sistema principal de soporte para las cargas verticales y horizontales. Están compuestos por columnas y vigas que se conectan mediante soldaduras y pernos de alta resistencia.

Columnas: Dispuestas estratégicamente para soportar las cargas del techo y los pisos, asegurando la estabilidad lateral del edificio.

Vigas: Utilizadas para soportar los pisos y el techo, distribuyendo las cargas a las columnas.

1.14.2 Sistemas de arriostramiento

Para garantizar la estabilidad ante las cargas laterales, como el viento y posibles movimientos sísmicos, se emplean sistemas de arriostramiento en forma de cruces de San Andrés o tensores.

Arriostramientos diagonales: Ubicados en las fachadas y muros estructurales, estos elementos ayudan a distribuir las fuerzas y prevenir las deformaciones.

1.14.3 Bases y fundaciones

La estructura metálica se ancla a bases de concreto reforzado, que distribuyen las cargas al suelo de manera uniforme.

Placas base y pernos de anclaje: Conectan las columnas metálicas a las fundaciones de concreto, asegurando una fijación robusta.

1.15 Tiempo de ejecución del proyecto

Para la construcción del Centro de Interpretación Cultural de Pifo, se ha establecido un periodo de ejecución de diez meses, con una posible prórroga de hasta un mes adicional, siempre y cuando se la justifique y no implique la aplicación de multas. Este punto es crucial para la viabilidad del proyecto, ya que el entorno de la obra debe ser gestionado cuidadosamente para minimizar riesgos y evitar inconvenientes para la comunidad local.

Se propone la fecha 23-01-2025 como inicio de obra y fecha de fin de obra 19-11-2025 para realizar el modelo considerando 2 meses de movimiento de tierras, 3 meses de montaje de estructura metálica y 5 meses para acabados.

1.16 BIM en el proyecto

La integración de la metodología BIM en el desarrollo del Centro de Interpretación Cultural de Pifo es esencial para optimizar y mejorar todas las etapas del proyecto.

BIM no solo facilita la planificación y diseño, sino que también garantiza una ejecución más eficiente y un mantenimiento a largo plazo más efectivo.

1.16.1 Planificación y diseño

1.16.1.1 Modelado 3D

El uso de BIM permite crear un modelo tridimensional del Centro de Interpretación Cultural, que incluye todos los elementos arquitectónicos, estructurales y MEP (mecánicos, eléctricos y de plomería). Este modelo detallado permite una visualización precisa del proyecto antes de la construcción, facilitando la identificación y resolución de conflictos potenciales.

1.16.1.2 Simulación de construcción 4D

Mediante la adición de la dimensión temporal al modelo BIM, es posible planificar y simular el proceso de construcción. Esto incluye la secuencia de construcción y la programación de actividades, lo que ayuda a anticipar problemas y optimizar el cronograma del proyecto. La simulación en 4D permite una mejor coordinación de recursos y una planificación más efectiva.

1.16.1.3 Estimación de costos 5D

La metodología BIM también permite integrar la estimación de costos en el modelo. Esto significa que cada elemento del modelo tiene información detallada sobre sus costos asociados, lo que facilita la elaboración de presupuestos precisos y el control de costos durante todo el ciclo de vida del proyecto. La capacidad de realizar análisis de costos en tiempo real ayuda a tomar decisiones informadas y a mantener el proyecto dentro del presupuesto.

1.16.1.4 Sostenibilidad 6D

La dimensión de sostenibilidad se integra en el modelo BIM para evaluar y mejorar una eficiencia energética a corto y largo plazo del proyecto, aplicando estrategias de tipo pasivo y activo. En el Centro de Interpretación Cultural de Pifo. Dentro de la metodología BIM está la sostenibilidad, se utiliza herramientas de análisis.

Análisis climatológico: Evaluación de las condiciones climáticas locales para diseñar estrategias de adaptación que permitan optimizar el confort y la eficiencia energética del proyecto. Se priorizan soluciones que minimicen el impacto ambiental y maximicen la resiliencia del diseño frente a variaciones climáticas extremas, sin intentar mitigar el clima, sino adaptando el entorno construido para enfrentar las condiciones actuales y futuras.

Análisis de orientación: La orientación del Centro de Interpretación Cultural en Pifo se ha evaluado para optimizar el aprovechamiento de la luz solar y minimizar la ganancia térmica excesiva o pérdida de calor, aspectos clave en una zona donde la temperatura promedio es de 15.9°C según los datos registrados en el INAMHI. Este análisis, ligado a la trayectoria solar, es crucial y ayuda a gestionar la luz natural, protegiendo objetos, artículos y pinturas de la decoloración y el deterioro. Además, una correcta orientación mejora la eficiencia energética al optimizar la ganancia de calor solar, reduciendo la necesidad de calefacción o sistemas de climatización adicionales en un clima templado como el de Pifo. La disposición estratégica de ventanas y sistemas de sombreado permite un control preciso de la luz y el calor, manteniendo condiciones ambientales estables y adecuadas para la conservación de las exposiciones. Al integrar principios de diseño bioclimático, se logra un equilibrio entre la protección de los objetos expuestos y el ahorro energético, garantizando un ambiente interior confortable y eficiente durante todo el año.

Análisis de asoleamiento y diagramas solares: Estudio de la trayectoria solar en la edificación para optimizar la iluminación natural y minimizar el consumo energético.

Análisis de confort mediante diagramas Psicrométricos (PMV y PPD):

Evaluación del confort térmico interior utilizando índices como PMV (voto medio previsto) y PPD (porcentaje previsto de insatisfechos).

Análisis de iluminancia de espacios interiores: Evaluación de los niveles de iluminación natural en los distintos espacios del edificio en su estado actual, según la norma UNE-EN 12464-1:2011, que establece los requisitos para la iluminación de lugares de trabajo en interiores.

Análisis en vistas 3D: Visualización y evaluación de la edificación en diferentes perspectivas para asegurar que se cumplan los objetivos de eficiencia y sostenibilidad

que BIMCICP se propone alcanzar, tales como la optimización del uso de la luz natural, la reducción del consumo energético mediante el diseño pasivo, la mejora del confort visual y térmico de los ocupantes.

Estos análisis permiten una comprensión profunda de cómo la sostenibilidad aplicada coherentemente desde el diseño hasta la operación del edificio puede mitigar afectaciones como el consumo excesivo de energía, el impacto ambiental negativo, los costos operativos elevados y la insatisfacción de los ocupantes. Esto contribuirá al desarrollo y éxito del proyecto.

Capítulo 2: MARCO TEÓRICO

2.1 Metodología BIM

2.1.1 Antecedentes

La metodología BIM para el modelado de información de construcción va más allá de ser solo una forma de trabajo. La evolución de esta tecnología ha sido notable, alejándose con el tiempo de los planos en papel y hacia modelos digitales tridimensionales. Los sistemas de modelado digital se desarrollaron en los años 60 y los años 60 fueron el comienzo de tecnologías más avanzadas. Primeros intentos de mejorar la precisión y eficiencia de los dibujos arquitectónicos mediante sistemas CAD asistidos por computadora. La introducción de los sistemas CAD en los años 80 provocó un cambio trascendental en la forma en que los profesionales de la construcción y la arquitectura ejecutaban sus diseños. Los datos de geometría no eran posibles en estos sistemas. BIM se introdujo en los años 90 y se desarrollaron los primeros programas que incluían no sólo datos geométricos sino también información adicional sobre materiales, costes, plazos. El proceso de construcción fue más unificado y holístico.

Un proyecto es un ciclo de vida que incluye diseño, construcción, operación, mantenimiento y diseño arquitectónico. Tiene datos sobre geometría, tiempo, costos, sostenibilidad y más. Los modelos BIM son representaciones digitales de las características físicas y funcionales de una infraestructura. BIM más que una metodología de trabajo es un protocolo y proceso que permite completar proyectos correctamente con las mínimas complicaciones durante la fase de ejecución. Los protocolos BIM se utilizan para crear e intercambiar modelos que sean consistentes e interoperables entre diferentes plataformas y disciplinas. La herramienta no es una

herramienta singular, sino más bien una técnica que guía la gestión de datos, la cooperación entre los involucrados del proyecto.

BIM es una excelente manera de lograr una mejor coordinación interdisciplinaria, menos errores y retrabajos, y una mejor gestión de proyectos. Permite retratar el proyecto en su totalidad, por lo cual BIM no es una herramienta, es un concepto de ejecución. Las herramientas BIM requieren de un cambio cultural en la forma en que las personas trabajan y capacitación para usarlas evitando así resistencia al cambio. Se está volviendo más común en el sector privado y se espera que aumente su uso en este sector.

2.1.2 BIM en el Ecuador

La construcción en Ecuador se está volviendo digital y moderna, lo que lleva al surgimiento del BIM. Ecuador ha dado grandes pasos para incorporar BIM a emprendimientos públicos y privados, aunque aún está en su infancia.

El gobierno ha buscado promover el uso de BIM en el desarrollo de infraestructura. BIM ha sido un factor clave para mejorar la transparencia y eficiencia de la ejecución de proyectos, y el Ministerio de Obras Públicas y otras instituciones relevantes comenzaron a considerar esta opción en 2018. BIM ha sido un objetivo a largo plazo, pero aún necesita algo de esfuerzo.

Ecuador se ha interesado por BIM, con grandes empresas constructoras y estudios de arquitectura buscando mejorar sus procesos y calidad. El uso de software BIM y la capacitación del personal se está convirtiendo en una práctica común entre las empresas constructoras, ya que se cree que reduce los errores y disminuye los costos, además de aumentar la productividad.

Ecuador cuenta con cursos y programas especializados en BIM para preparar mejor a los profesionales de la construcción para la era digital. El sistema educativo

debe ampliar su incorporación para facilitar una implementación más amplia y efectiva de BIM en el país.

A pesar de estos avances, BIM en Ecuador todavía tiene un largo camino por recorrer. Una barrera común es la resistencia al cambio y a empresas más pequeñas puede resultarles difícil invertir en software y capacitación, lo que puede ser una enorme barrera para el crecimiento. Pero el movimiento mundial hacia su implementación presenta beneficios reales que proporciona este proceso al ser un fuerte impulso para superar estas barreras.

BIM es un enorme motor de crecimiento potencial en Ecuador y es un excelente lugar para comenzar. Ecuador hará lo mismo y adoptará esta metodología, más empresas e instituciones podrán mejorar la calidad de los proyectos y la eficiencia, colocando al Ecuador en la mejor industria de la construcción a nivel mundial.

2.1.3 BIM en la Construcción

La industria de la construcción ha adoptado el modelado de información de una manera nueva gracias a su sistema innovador en todas las etapas del ciclo de vida de un proyecto. BIM es único porque puede usarse con una variedad de herramientas de diseño y cálculo. Arquitectos, ingenieros y otros profesionales pueden trabajar juntos e integrar todos los componentes del proyecto, lo que da como resultado una comunicación de datos fluida.

BIM es una excelente manera de simular diferentes escenarios, permite a los trabajadores de la construcción explorar una variedad de alternativas de diseño y construcción, adaptadas a los requisitos específicos del proyecto. Las simulaciones le permiten ver qué funciona mejor, cuánto tiempo y recursos están disponibles y qué problemas podrían surgir antes de que lleguen al sitio de construcción. También se

mejora la calidad y la sostenibilidad de los edificios, y se mejora la eficiencia del proyecto.

Por otro lado, es esencial para asegurar que la construcción pueda ser controlada en plazos y costos, como en estados de avance del proyecto. Los gestores de proyectos pueden monitorear de cerca el avance de la construcción en tiempo real. De esta manera, los niveles de desviación pueden detectarse y las decisiones correctivas pueden ser tomadas para asegurarse de que la construcción se lleve a cabo dentro del presupuesto y el cronograma acordados. Así, se reduce significativamente el riesgo en los costos y plazos de construcción. “Cuando los costos y los plazos de construcción son menos inciertos, los retornos de las empresas son superiores”. De esta forma, implementar BIM agrega una mayor previsibilidad a los proyectos de la empresa, lo que permitirá a las empresas planificar e implementar mejores proyectos con sus recursos. Al minimizar los errores y disminuir los niveles de retrabajo, las empresas ejecutarán los proyectos más rápido y serán más rentables económicamente.

2.1.4 Herramientas BIM

En la actualidad, existen muchas herramientas BIM que facilitan a la industria de la construcción. Estas herramientas incluyen tanto el Entorno Común de Datos (CDE) como una variedad de programas que permiten la interoperabilidad entre archivos, ya sea mediante formatos compartidos como los archivos Industry Foundation Classes (IFC) o mediante software compatibles y plugins internos o extensiones. Estas soluciones nos ayudan a gestionar todas las dimensiones del BIM, desde los modelos preliminares en 3D hasta los cálculos estructurales, mecánicos, lumínicos y más.

2.1.4.1 Entorno Común de Datos (CDE)

El CDE es una plataforma digital que centraliza toda la información de un proyecto en un único lugar, permitiendo el acceso y la colaboración en tiempo real

entre los miembros del equipo. Este entorno asegura que todos trabajen con la información más actualizada y facilita la gestión de documentos, la comunicación y la coordinación de tareas.

2.1.4.2 Interoperabilidad y Formatos IFC

Los archivos IFC son un formato estándar abierto para la interoperabilidad entre diferentes programas de software BIM. Permiten que los archivos sean compartidos y utilizados de manera efectiva entre diversas plataformas, lo que es crucial para la colaboración interdisciplinaria. La interoperabilidad también se logra mediante software compatibles que pueden importar y exportar archivos en formatos comunes, así como mediante el uso de plugins internos y extensiones que amplían las capacidades de las herramientas BIM.

2.1.4.3 Herramientas BIM más Utilizadas a Nivel Mundial

2.1.4.3.1 Autodesk Revit

Es una de las herramientas BIM más popular y utilizada a nivel mundial. Revit permite crear modelos 3D detallados y ofrece funcionalidades para el diseño arquitectónico, la ingeniería estructural y la ingeniería MEP (Mecánica, Eléctrica y Plomería). Además, soporta la interoperabilidad mediante formatos IFC y plugins.

2.1.4.3.2 ArchiCAD

Desarrollado por Graphisoft, ArchiCAD es otra herramienta BIM ampliamente utilizada, especialmente en el diseño arquitectónico. Ofrece un entorno intuitivo para la creación de modelos 3D y es compatible con archivos IFC, lo que facilita la colaboración con otras herramientas BIM.

2.1.4.3.3 Bentley Systems

Con productos como Bentley AECOsim y MicroStation, Bentley Systems ofrece soluciones BIM para diseño y gestión de infraestructuras. Estas herramientas son

conocidas por su capacidad para manejar proyectos complejos y su interoperabilidad con otros programas mediante archivos IFC y otros formatos.

2.1.4.3.4 Tekla Structures

Especialmente popular en la ingeniería estructural, Tekla Structures permite generar modelos precisos y detallados de estructuras de acero y concreto. Su capacidad para integrarse con otras herramientas BIM y su soporte para archivos IFC lo convierten en una opción potente para proyectos de construcción complejos.

2.1.4.3.5 Navisworks

También desarrollado por Autodesk, Navisworks es utilizado principalmente para la revisión y coordinación de proyectos. Permite la combinación de modelos de diferentes disciplinas, la detección de interferencias y la planificación 4D (tiempo), lo que facilita la gestión integral del proyecto.

2.1.4.3.6 Solibri Model Checker

Esta herramienta es conocida por sus capacidades de control de calidad y revisión de modelos BIM. Permite la verificación de normas, la detección de errores y la evaluación de modelos antes de la construcción, asegurando que los proyectos cumplan con los estándares requeridos.

2.1.4.3.7 Dynamo

Un complemento de Autodesk Revit, Dynamo es una herramienta de programación, con una representación visual más intuitiva que permite al usuario crear algoritmos para automatizar tareas y procesos dentro de Revit. Esto aumenta la eficiencia y la capacidad de personalizar los flujos de trabajo BIM.

2.1.4.3.8 Rhino + Grasshopper

Rhino es una herramienta de modelado 3D que, junto con su complemento Grasshopper, permite la creación de geometrías complejas y parametrizadas. Este

conjunto es especialmente útil en el diseño arquitectónico y la fabricación digital, y es compatible con BIM mediante plugins y formatos de intercambio.

2.1.4.4 Aplicaciones en Todas las Dimensiones del BIM

Estas herramientas BIM no solo permiten la creación de modelos 3D detallados, sino que también apoyan otras dimensiones del BIM, como el análisis estructural, mecánico, eléctrico, de iluminación y más. Por ejemplo, Revit y Tekla Structures son excelentes para el diseño y análisis estructural, mientras que herramientas como Navisworks y Solibri Model Checker son esenciales para la revisión de modelos y la coordinación del proyecto. Además, el uso de formatos interoperables como los archivos IFC asegura que los datos puedan ser compartidos y reutilizados a lo largo de la totalidad del proceso del proyecto.

2.2 Fases de Implementación BIM

La implementación de BIM en las empresas es crucial para mejorar la eficiencia y la calidad de los proyectos de construcción. Este proceso debe llevarse a cabo de manera gradual, comenzando con proyectos de menor escala y aumentando progresivamente hasta abarcar toda la cartera de proyectos de la empresa. Para que la implementación de BIM sea efectiva, es esencial que toda la organización esté alineada con esta metodología, desde los altos directivos hasta el personal operativo. La capacitación continua y la adaptación de los procesos internos son fundamentales para garantizar una adopción exitosa y sostenible de BIM en toda la empresa.

2.2.1 Fase de conceptualización

La fase de conceptualización de la implementación BIM es el primer paso crucial para integrar esta metodología en una empresa de construcción. Durante esta etapa, se definen los objetivos y la visión de la implementación de BIM, adaptados a los

requerimientos y particularidades de la empresa. Aquí se detallan los aspectos clave de esta fase:

2.2.1.1 Evaluación Inicial

Se ejecuta un análisis completo del panorama actual de la empresa, incluyendo la revisión de sus procesos, tecnologías y competencias. Este diagnóstico ayuda a identificar las áreas que pueden beneficiarse más de la implementación de BIM.

2.2.1.2 Definición de Objetivos

Se establecen metas claras y alcanzables para la implementación de BIM. Estos objetivos pueden incluir la mejora en la coordinación de proyectos, la reducción de costos y tiempos, y el aumento de calidad y sostenibilidad de las construcciones.

2.2.1.3 Identificación de Proyectos Piloto

Se seleccionan proyectos de menor escala para comenzar la implementación de BIM. Estos proyectos piloto servirán como prueba para evaluar la efectividad de la metodología y ajustar los procesos según sea necesario antes de aplicarla a proyectos más grandes y complejos.

2.2.1.4 Formación de un Equipo BIM

Se conforma un equipo especializado en BIM, compuesto por profesionales de diversas disciplinas dentro de la empresa. Este equipo será responsable de liderar la implementación, supervisar los proyectos piloto y actuar como base orientativa para el resto del personal.

2.2.1.5 Elaboración de un Plan de Implementación

Se desarrolla un plan que implica una estrategia detallada que incluye cronogramas, recursos, responsabilidades y pasos a seguir. Este plan debe contemplar la adquisición de software y hardware adecuado, así como la capacitación continua del personal.

2.2.1.6 Capacitación y Formación

Se planifican programas de formación para el personal involucrado, asegurando que adquieran las competencias necesarias para utilizar las herramientas y metodologías BIM. La capacitación debe ser continua y adaptada a los diferentes roles dentro de la empresa.

2.2.1.7 Establecimiento de Protocolos y Estándares

Se crean y documentan los protocolos y estándares específicos para el uso de BIM dentro de la empresa. Estos deben incluir la nomenclatura de archivos, formatos de intercambio de datos, procedimientos de trabajo y directrices para asegurar la interoperabilidad y la coherencia en todos los proyectos.

2.2.1.8 Evaluación de Herramientas y Tecnologías

Se seleccionan las herramientas BIM para la empresa, considerando factores como la compatibilidad, funcionalidad, costo y facilidad de uso. Es fundamental que estas herramientas permitan la interoperabilidad y se integren bien con los sistemas existentes.

La fase de conceptualización sienta las bases para una implementación exitosa de BIM, asegurando que todos los aspectos necesarios sean considerados y planificados de antemano. Esta etapa es crucial para alinear a toda la empresa con la visión de BIM y preparar el camino para su adopción gradual y efectiva.

2.2.2 Fase de criterio de diseño

La fase de criterio de diseño en la implementación es fundamental para fijar cómo se aplicarán las metodologías BIM en los proyectos específicos de una empresa. Durante esta etapa, se definen los parámetros y directrices que guiarán el diseño,

asegurando que todos los involucrados en el proyecto trabajen de manera coherente y alineada con los objetivos.

La fase de criterio de diseño es crucial para establecer un marco claro y coherente para el diseño de proyectos. Al definir objetivos específicos, seleccionar las herramientas adecuadas, establecer protocolos de trabajo y asegurar una coordinación efectiva entre disciplinas, esta fase garantiza que el diseño sea optimizado, eficiente y alineado con los objetivos de la empresa. Esto no solo mejora la calidad del diseño, sino que también sienta las bases para una ejecución exitosa del proyecto.

2.2.2.1 Definición de Objetivos de Diseño

Se establecen los objetivos de diseño específicos para el proyecto, que deben alinearse con los objetivos generales de la empresa para la implementación de BIM. Estos pueden incluir la optimización de recursos, la mejora de la sostenibilidad, la eficiencia en la construcción y la calidad del producto final.

2.2.2.2 Selección de Herramientas y Tecnologías

Se eligen las herramientas BIM que se utilizarán durante la fase de diseño. Esta selección debe basarse en la capacidad de las herramientas para cumplir con los requisitos del proyecto, su interoperabilidad con otras tecnologías y la familiaridad del equipo con estas herramientas.

2.2.2.3 Establecimiento de Protocolos de Trabajo

Se desarrollan protocolos y estándares de trabajo específicos para el diseño con BIM. Estos incluyen la nomenclatura de archivos, los formatos de intercambio de datos, los procedimientos de revisión y aprobación, y las directrices para la colaboración entre diferentes disciplinas.

2.2.2.4 Modelado Inicial

Se crea un modelo preliminar en 3D que incluye los elementos básicos del proyecto. Este modelo inicial sirve como una base sobre la cual se pueden hacer ajustes y refinamientos a medida que el diseño avanza. Es esencial que el modelo sea preciso y detallado para evitar problemas en etapas posteriores.

2.2.2.5 Coordinación Interdisciplinaria

Se asegura que los miembros del equipo de diseño, incluidos arquitectos, ingenieros y otros especialistas, trabajen de manera coordinada. BIM facilita la integración de diferentes disciplinas, permitiendo una colaboración más efectiva y la detección temprana de posibles conflictos o interferencias.

2.2.2.6 Simulación y Análisis

Se utilizan las capacidades de simulación de BIM para evaluar diferentes escenarios de diseño. Esto incluye el análisis estructural, mecánico, eléctrico y de otros sistemas. La posibilidad de simular diversos escenarios permite optimizar el diseño y seleccionar acciones basadas en datos precisos.

2.2.2.7 Revisión y Validación

Se establecen procedimientos de revisión y validación para asegurar que el diseño se ajuste a las especificaciones del proyecto y los estándares de calidad establecidos. Esto incluye revisiones periódicas del modelo BIM, así como la validación de los resultados de los análisis y simulaciones.

2.2.2.8 Documentación y Comunicación

Se documentan todas las decisiones de diseño y se comunican de manera clara y efectiva a todos los colaboradores del equipo. La documentación precisa y la comunicación abierta son esenciales para asegurar que todos los involucrados estén alineados y puedan seguir el progreso del proyecto.

2.2.3 Fase de diseño detallado

La fase de diseño detallado dentro de la implementación BIM es esencial para convertir los conceptos y propuestas iniciales en un modelo integral y preciso que dirigirá la ejecución del proyecto. Esta fase profundiza en los aspectos técnicos y específicos del diseño, asegurando que todos los detalles sean meticulosamente planeados y coordinados.

2.2.3.1 Desarrollo del Modelo Detallado

En esta etapa, se expande el modelo BIM inicial para incluir todos los detalles técnicos del proyecto. Esto implica la creación de representaciones precisas de todos los elementos constructivos, como estructuras, sistemas mecánicos, eléctricos y de plomería. El modelo debe reflejar todos los aspectos del diseño, desde dimensiones y materiales hasta especificaciones técnicas y sistemas integrados.

Se incorporan datos detallados sobre materiales, componentes y métodos constructivos en el modelo BIM, esto incluye información sobre las propiedades físicas y de rendimiento de los materiales, así como detalles sobre los métodos de instalación y construcción. La integración de esta información facilita una planificación más precisa y una gestión eficiente durante la fase de construcción.

2.2.3.2 Coordinación Interdisciplinaria Avanzada

La fase de diseño detallado requiere una coordinación más profunda entre las disciplinas involucradas en el proyecto. Se utilizan herramientas BIM para detectar y resolver interferencias entre sistemas estructurales, mecánicos, eléctricos y de plomería. Esta coordinación avanzada ayuda a evitar conflictos en el sitio de construcción y asegura que todos los sistemas funcionen de manera fluida.

2.2.3.3 Simulación y Análisis Avanzados

Se llevan a cabo simulaciones y análisis detallados del modelo para evaluar el desempeño del diseño en condiciones específicas. Esto puede incluir análisis estructurales, estudios de carga, simulaciones de flujo de aire, y análisis de eficiencia energética. Estos estudios permiten identificar posibles problemas y realizar ajustes para mejorar la funcionalidad y la sostenibilidad del proyecto.

2.2.3.4 Generación de Documentación Constructiva

Se producen documentos constructivos a partir del modelo BIM detallado. Esto incluye planos, secciones, elevaciones, y detalles constructivos que se utilizarán durante la construcción. La documentación generada es precisa y está alineada con el modelo, lo que facilita una ejecución más fluida y coherente en el sitio de construcción.

2.2.3.5 Revisión y Validación del Diseño

Se realizan revisiones exhaustivas del modelo detallado para validar que cumple con todos los requisitos del proyecto, los estándares de calidad y las normativas aplicables. Estas revisiones pueden incluir validaciones por parte de expertos y partes interesadas, así como pruebas de compatibilidad y funcionalidad.

2.2.3.6 Preparación para la Construcción

El modelo BIM detallado sirve como base para la planificación de la construcción. Se generan cronogramas de construcción y se planifican los recursos necesarios utilizando la información del modelo. Esto ayuda a optimizar la logística y la coordinación en el sitio de construcción.

2.2.3.7 Comunicación y Colaboración

Durante la fase de diseño detallado, es fundamental mantener una comunicación abierta entre todos los colaboradores del equipo. El modelo BIM se utiliza como una

herramienta central para compartir información, realizar revisiones conjuntas y resolver problemas en tiempo real.

2.2.4 Fase de construcción

La implementación de BIM en la fase de construcción es fundamental para garantizar que el proyecto se lleve a cabo de manera efectiva y siguiendo los planes establecidos. Durante esta etapa, BIM no solo facilita la gestión y supervisión del proyecto, sino que también mejora la coordinación, reduce errores y optimiza el uso de recursos.

2.2.4.1 Modelos Actualizados en Tiempo Real

Durante la construcción, es esencial que el modelo BIM se mantenga actualizado con la información más reciente del sitio. Los datos del modelo se ajustan continuamente para reflejar el progreso real de la construcción, lo que permite una supervisión precisa y la detección temprana de desviaciones respecto al diseño original.

2.2.4.2 Gestión de la Construcción y Planificación

BIM proporciona herramientas para la planificación y gestión detallada del proceso constructivo. Los cronogramas de construcción se integran, permitiendo la planificación precisa de las actividades y la coordinación de los recursos. Esto favorece el reconocimiento de posibles conflictos y la optimización de los tiempos de construcción.

2.2.4.3 Coordinación y Resolución de Conflictos

Durante la construcción, BIM facilita la coordinación entre las distintas disciplinas y contratistas. Los modelos 3D permiten identificar y resolver conflictos entre sistemas antes de que se conviertan en problemas en el sitio. La detección de interferencias y la coordinación avanzada ayudan a evitar errores y retrabajos costosos.

2.2.4.4 Visualización y Comunicación

El uso de modelos BIM detallados permite una visualización clara y precisa del proyecto en su estado actual. Esto mejora la comunicación entre todos los involucrados, incluidos los contratistas, subcontratistas y supervisores. La capacidad de ver el proyecto en 3D facilita una mejor comprensión del diseño y la ejecución.

2.2.4.5 Control de Calidad y Documentación

BIM se utiliza para realizar un control de calidad más riguroso durante la construcción. Los modelos detallados permiten verificar que el trabajo realizado se ajuste a las especificaciones del diseño. Además, sirve como base para la generación de documentación constructiva y reportes de progreso.

2.2.4.6 Gestión de Costos e Insumos

La implementación de BIM optimiza un monitoreo preciso de costos e insumos durante la construcción. El modelo BIM se utiliza para comparar los costos reales con los presupuestos proyectados, identificando desviaciones y la toma de decisiones para mantener el proyecto dentro del presupuesto.

2.2.4.7 Planificación de la Construcción y Logística

El modelo BIM puede integrarse con herramientas de planificación de construcción y logística para optimizar el flujo de trabajo en el sitio. Esto incluye la supervisión de la cadena de suministro, la programación de entregas y la coordinación de actividades para asegurar un flujo de trabajo eficiente.

2.2.4.8 Gestión de Cambios y Actualizaciones

A lo largo de la fase de construcción, pueden surgir cambios en el diseño o en los requisitos del proyecto. BIM permite gestionar y documentar estos cambios de manera funcional, asegurando que todas las partes interesadas estén informadas y que el modelo refleje las modificaciones de manera precisa.

2.2.4.9 Integración con Tecnologías Emergentes

BIM se puede integrar con tecnologías emergentes como la Realidad Aumentada (AR), la Realidad Virtual (VR) y los drones para mejorar la supervisión y el análisis del sitio. Estas tecnologías permiten una inspección más detallada y una visualización avanzada del proyecto en construcción.

2.2.5 Fase de Operación y mantenimiento

La implementación de BIM en la fase de operación y mantenimiento es esencial para maximizar el valor del proyecto durante de su vida útil. Esta fase se centra en la gestión eficaz del edificio o infraestructura una vez que está en uso, asegurando que el mantenimiento y las operaciones se realicen de manera eficiente y rentable.

2.2.5.1 Gestión de Información y Activos

Proporciona una base de datos centralizada y detallada de todos los activos del edificio, incluyendo información sobre componentes, sistemas y equipos. Esta información incluye especificaciones técnicas, manuales de operación, y registros de mantenimiento, lo que favorece la administración y el seguimiento de los activos con el pasar del tiempo.

2.2.5.2 Mantenimiento Predictivo y Preventivo

Utilizando los datos almacenados en el modelo BIM, se pueden desarrollar programas de mantenimiento predictivo y preventivo. El análisis de datos históricos y el monitoreo en tiempo real permiten anticipar fallos y programar mantenimientos antes de que se conviertan en problemas graves, lo que reduce costos y mejora la longevidad de los activos.

2.2.5.3 Planificación y Coordinación de Mantenimiento

El modelo BIM facilita la planificación y coordinación de actividades de mantenimiento al proporcionar información detallada sobre la ubicación y el acceso a

los componentes y sistemas. Esto permite una programación de tareas de mantenimiento y minimiza la interrupción de las operaciones del edificio.

2.2.5.4 Simulación y Análisis de Operaciones

BIM permite realizar simulaciones y análisis de las operaciones del edificio para evaluar el desempeño y la eficiencia de los sistemas. Esto puede incluir el análisis de consumo energético, el rendimiento de los sistemas HVAC (Calefacción, Ventilación y Aire Acondicionado), y la eficacia de las instalaciones. Los resultados de estos análisis informan las decisiones sobre mejoras y optimizaciones.

2.2.5.5 Gestión de Renovaciones y Modificaciones

Al planificar renovaciones o modificaciones en el edificio, el modelo BIM proporciona una representación precisa del estado actual, lo que facilita el diseño y la planificación de los cambios. La integración de estos cambios en el modelo ayuda a coordinar las modificaciones con los requisitos existentes y a gestionar el impacto en las operaciones actuales.

2.2.5.6 Documentación y Reportes

BIM facilita la generación de documentación y reportes detallados sobre el estado y el mantenimiento del edificio. Esto incluye informes de inspección, registros de mantenimiento y análisis de costos. La documentación precisa y actualizada es fundamental para la toma de decisiones informadas y para cumplir con los requisitos normativos y de calidad.

2.2.5.7 Capacitación y Operación del Personal

El modelo BIM sirve como una herramienta de capacitación para el equipo de operación y mantenimiento. Proporciona una representación visual de los sistemas y equipos, lo que ayuda al personal a comprender mejor el funcionamiento del edificio y a realizar sus tareas de manera más efectiva.

2.2.5.8 Integración con Sistemas de Gestión de Edificios (BMS)

BIM se puede integrar con Sistemas de Gestión de Edificios (BMS) para la supervisión y control en tiempo real de los sistemas del edificio. Esta integración permite una gestión más eficiente de los recursos y una respuesta rápida a cualquier problema que pueda surgir.

2.2.5.9 Optimización de Recursos y Costos

Al proporcionar una visión clara y detallada de los activos y su estado, BIM permite una optimización de los recursos y una disminución de los costos operativos. La capacidad de analizar datos y prever necesidades ayuda a optimizar el uso de recursos y a minimizar el gasto innecesario.

2.3 Dimensiones BIM

Las dimensiones BIM son un intento de claridad específica sobre la parte conceptual y operativa de un proyecto, actual mente en sector de la construcción varias empresas tienden a trabajar con el conocido CAD, sin embargo, al momento de desarrollar el diseño de manera tradicional, la información obtenida sigue siendo habitual como la mayoría de los profesionales en el área la dominan. Para ello es importante mencionar que al momento de usar la tecnología BIM, con todas sus dimensiones, el enfoque cambia. La técnica BIM permite que las personas vinculadas al diseño y creación de los proyectos optimicen el tiempo de trabajo gracias a que mejora el modo de percibir dicho plan con un modelo 3D que maneja de manera detallada los datos donde con ayuda de todos los agentes vinculados en el proceso involucran sus averiguaciones para formar un archivo único de información que se compartirá posteriormente hasta culminar por completo la creación. (Prado, 2018)

2.3.1 Modelo Tridimensional de proyecto (3D)

Este ámbito está orientado a la implementación y aplicación del modelo en: [columnas, vigas, muros, etc.] Este fragmento pretende plasmar información del diseño de las edificaciones, así como también las diferentes especialidades que involucran al proyecto, Cabe mencionar que, esta dimensión también busca detallar, elementos fundamentales de la construcción y dicha información puede contener datos de los distintos aspectos en la gestión de activos. (EDITECA, 2024).

2.3.2 Programación de tiempos (4D)

En esta dimensión se debe tener clara la secuencia de construcción y evolución del proyecto, para prevenir conflictos en la obra, cabe destacar que los modelados 4D son alternativas para proyectar herramientas de construcción como redes de CPM (rutas críticas) y gráficos de barras, permitiendo que los usuarios comprendan rápidamente los tiempos detallados que requiere el desarrollo de la edificación, así mismo se pueden identificar posibles interferencias que se corregirán posteriormente con el plan de ejecución. (González y Lesmes, 2019)

2.3.3 Control de Costos (5D)

Esta Dimensión es una de las más importantes del proyecto, la cual nos permite tener una estimación real de cuánto costaría ya en una etapa de ejecución, en este apartado se pretende utilizar modelos digitales para incluir proporciones detalladas de costos en tiempo real, haciendo valoraciones de costos con más precisión que de la forma tradicional, así mismo se puede realizar alternativas sustentadas en la información generada con anterioridad ya que el costo se integra en el proyecto desde etapas tempranas. (González y Lesmes, 2019)

2.3.4 Sostenibilidad (6D)

En la sexta dimensión se trabaja con modelos BIM que contengan bastante información como características térmicas, físicas, ubicación, materiales, componentes, entre otros; con la finalidad de generar modelos analíticos adecuados para cálculos simulaciones y análisis. Hay que destacar que el modelo BIM puede ser sometido a simulaciones sin necesidad de generar un modelo analítico de antemano y para ello debe mantener ciertas características y formas que permita establecer el comportamiento del proyecto (Ibañez y Herrera , 2022)

2.3.5 Mantenimiento (7D)

En esta dimensión se hace referencia a el mantenimiento de la edificación una vez construida basándose en la gestión del ciclo de vida y sus servicios asociados. Algunos artículos mencionan la posibilidad de crear el libro del edificio BIM, también entendida como un “Manual de Instrucciones”, para una gestión óptima de sus activos (EDITECA, 2024).

2.4 Roles y Responsabilidades

Según lo menciona Choclán & Sánchez 2020, los roles BIM se definen por las responsabilidades y funciones que se asignan a los miembros del equipo de trabajo o task team, Los miembros del equipo para desarrollar su rol asignado deben tener autoridad y competencia para desempeñarlo, cabe mencionar que un miembro del equipo puede ser asignado a más de un rol y un rol puede ser realizado por más de un miembro del equipo.

2.4.1 BIM Manager

La arquitecta Carmen del Rio 2018, manifiesta que la implementación de la metodología BIM hace que los proyectos sean exitosos ya que erradica las limitaciones que se presentan el método tradicional. Si bien, hasta la actualidad no hay una

definición estandarizada y formal de que es un BIM Manager, ni las funciones que ejerce, en parte a la complejidad que implica este cargo, podemos incluir según fuentes bibliográficas plasmadas en este documento, que es la persona responsable de liderar y monitorear los esfuerzos de implementación BIM dentro de la organización, así como también apoyar en los protocolos y estándares relacionados con BIM.

Las funciones de un BIM Manager van más allá de la implementación de tecnología y varias según los requerimientos del proyecto y empresa, dicho esto se mencionan a continuación varias tareas que se desempeña en este cargo.

- Desarrollar y aplicar tecnologías de la información y tecnologías de diseño
- Configurar infraestructura de software que respalde los procesos BIM.
Gestionar el punto de contacto entre las principales partes interesadas.
- Se encargará de la selección del personal adecuado para conformar el proyecto. (Rio, 2018).

2.4.2 Coordinador BIM

El coordinador del proyecto tiene la responsabilidad de dirigir la implementación de la metodología BIM en todas las disciplinas tales como arquitectura, estructura, MEP y sostenibilidad. Es quien coordina las entregas detalladas de cada uno de los equipos desarrolladores de cada disciplina. También este rol se caracteriza por ser responsable de la comunicación y flujo de la información entre los agentes participantes a lo largo del ciclo de vida del proyecto garantizando que todos dispongan la información adecuada en el momento oportuno.

El rol de coordinador BIM debe establecer una serie de hitos los cuales ayudan en el flujo de la información, este último también estará apoyado por el entorno común

de datos (Common Data Enviroment, CDE) desarrollado y gestionado por este rol (Choclán et al., 2020).

2.4.3 Líder Arquitectónico

Las funciones del líder Arquitectónico se enfocan en dirigir y coordinar el trabajo dentro de su disciplina de tal manera que se asegure la calidad y coherencia de los modelos arquitectónicos. También se encarga de asegurar que el modelo arquitectónico sea compatible con el resto de las disciplinas y coordinar las entregas. Cabe mencionar que sus habilidades y competencias BIM deben garantizar la optimización y del diseño arquitectónico (Rio, 2018).

2.4.4 Líder Estructural

Es quien dirige y revisa el desarrollo del modelo estructural, donde garantiza la aplicación optima de las metodologías BIM, así como también debe supervisar el uso correcto de la misma, donde integra las dimensiones tales como: costos de construcción, instalaciones y mantenimiento que ayuda a mejorar la calidad y efectividad en la ingeniería estructural, (Rodriguez, 2024).

2.4.5 Líder MEP

Es quien abarca la parte de los sistemas mecánicos, eléctricos y de fontanería, solventa todos los retos técnicos que puedan surgir con relación a los sistemas MEP, además que ayuda en la coordinación y entrega detallados de los modelos de sistemas MEP, optimizar la calidad y eficacia de planificación de sistemas MEP a mediante la implementación del método BIM (Rodriguez, 2024).

2.4.6 Líder de Sostenibilidad

Este rol es responsable de procesar las simulaciones y análisis basadas en la información representada en modelos BIM, una vez entregada por las otras disciplinas. Los análisis que lleva a cabo están sujetos a las circunstancias climatológicas en las que

se encuentra la zona de implantación del proyecto, las cuales también debe investigar e identificar. Los análisis mencionados corresponden a el análisis de asoleamiento, iluminación natural y de eficiencia energética. También este rol debe organizar, interpretar y comunicar los resultados de los análisis, en consecuencia, proponer estrategias de cambios de mejora para el diseño arquitectónico, que responda a las necesidades de sostenibilidad (Dueñas, 2023).

2.5 Flujo de la Información

En un proyecto de construcción basado en BIM, varios participantes crean una representación digital de un edificio o instalación de infraestructura utilizando diferentes herramientas de creación dentro de un flujo colaborativo. Cada autor asignado mantiene su modelo de dominio específico exclusivamente para que cualquier cambio posterior luego de gestionar cada elemento del modelo se lo pueda gestionar de manera más eficiente. Sin embargo, esto da como resultado una enorme cantidad de interfaces y puntos de transición de datos que deben coordinarse para mantener la coherencia y validez del conjunto del modelo. Un aspecto esencial de la gestión de datos de los procesos constructivos digitales es la centralización de datos e información como base de todos los procesos colaborativos.

La ISO 19650 se enfoca en dos puntos importantes de la ejecución de proyectos BIM a un nivel constructivo que son: gestión de proyectos y entrega de información. En cuanto a la gestión de proyectos este describe todos los pasos necesarios para implementar BIM en el proyecto, incorpora todos los datos que tienen que ver con los Requisitos de Información del Empleador (EIR), las licitaciones, los procesos contractuales, así como la elaboración del Plan de Ejecución BIM (BEP). La entrega de información, a su vez, describe todos los pasos necesarios para la creación y entrega del modelo, incluido el uso de un entorno común de datos (CDE) (Preidel y otros, 2018).

2.5.1 Entorno Común de datos

El entorno común de datos representa un espacio central para recopilar, gestionar, evaluar y compartir información del proyecto BIM en el cual se trabaja. Todos los miembros del equipo recuperan datos de entrada del CDE y a su vez almacena sus datos de salida en él. El entorno común de datos es capaz de almacenar todos los modelos parciales y documentos específicos del dominio que son necesarios para la coordinación y ejecución de un proyecto. La función principal es proporcionar una plataforma para el intercambio de información y al mismo tiempo que se garantice un modelo de datos consistente que cumpla con los criterios requeridos.

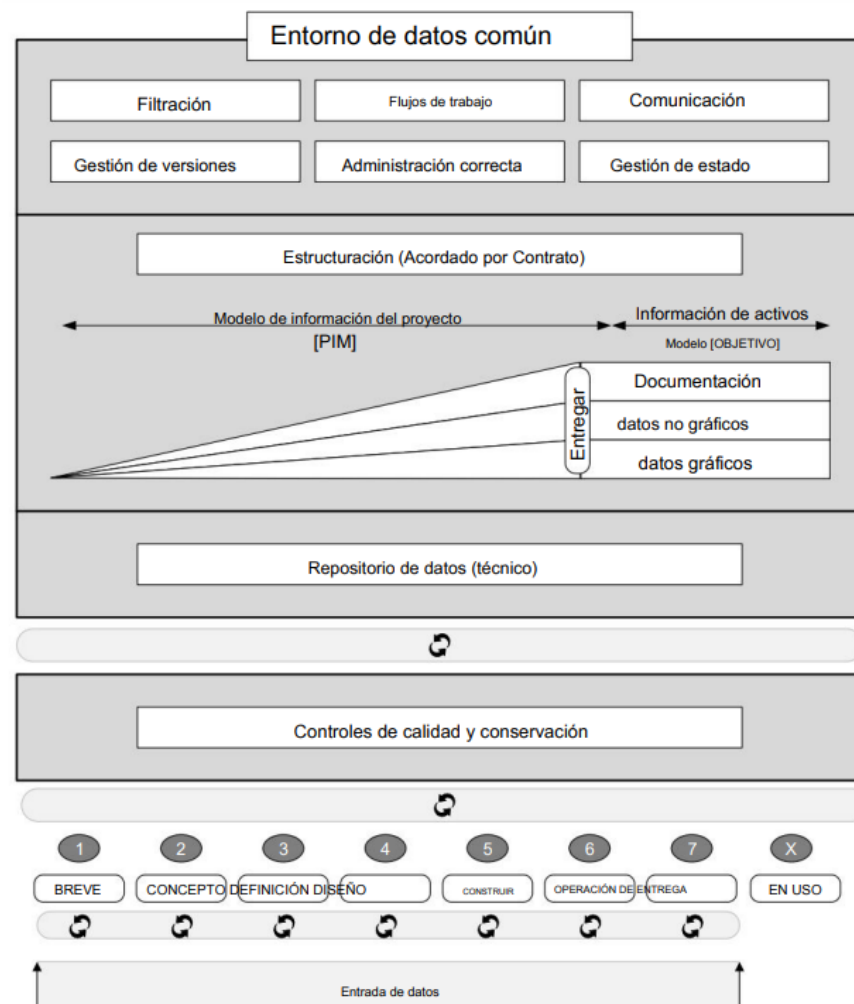


Ilustración 7 Entorno Común de Datos estructurado en capas compuestas por elementos técnicos individuales.

Fuente: (Preidel y otros, 2018)

Sin embargo, el sistema de gestión de datos aplica procedimientos y técnicas que todas las partes interesadas deben cumplir para garantizar la calidad de los datos. Lo más importante es que el CDE asigna estados formales a elementos de datos individuales y define los procedimientos de control de calidad luego de cada cambio de estado para gestionar adecuadamente la madurez y confiabilidad de información proporcionada.

Por lo tanto, la centralización de datos dentro del CDE reduce el riesgo de redundancia de datos y garantiza la disponibilidad de datos actualizados en cualquier momento (Preidel y otros, 2018).

2.5.2 Administración de permisos

Una base esencial para la coherencia de la información es la asignación y gestión de permisos a los recursos de información del proyecto. Los permisos controlan el acceso a los datos, es decir, protegen la información contra personas no autorizadas. La gestión de permisos determina responsabilidades claras y evita errores resultantes de accesos no autorizados.

La asignación de permisos a diferentes actores con distintos roles que están estrechamente vinculados dentro del proyecto se los puede definir según sea necesario, pero es aconsejable mantener esta jerarquía lo más cercano posible a la organización del proyecto de construcción subyacente (Preidel y otros, 2018).

2.5.3 Flujo de trabajo y entrega de información

La colaboración basada en BIM requiere que todos los socios del proyecto intercambien información bien definida entre sí en determinados momentos. El intercambio debe realizarse exclusivamente a través del CDE para evitar el intercambio bilateral sin almacenar información en el CDE.

Para garantizar que cada integrante del proyecto cuenta con la información requerida y actualizada para los respectivos procesos, el líder de cada una de las disciplinas debe ingresar el contenido del modelo creado en momentos acordados.

EL Plan Maestro de Entrega de Información (MIDP) determina con qué frecuencia y en qué nivel de detalle (LOD) se intercambia la información con los socios del equipo de trabajo. El CDE gestiona la entrega de datos de modelo nuevos o modificados y los coordina según los paquetes de trabajo. La frecuencia de intercambio de información depende principalmente de la cooperación y coordinación de cada uno de los líderes durante un periodo determinado (Preidel y otros, 2018).

2.5.4 Gestión de versiones y documentación

Cada vez que se realiza un cambio en una entidad de datos en el CDE se crea un nuevo recurso de datos con una nueva versión. El contenido de la modificación es reconocible comparándola con la versión anterior, lo cual es de mucha ayuda al momento que cualquier interesado quiera rastrear el curso de cambios del modelo en cuestión.

Otro aspecto importante de los proyectos a nivel constructivo es la documentación y el archivo de todos los datos relevantes dentro del CDE. Esta información almacenada es fundamental tanto para la posterior fase operativa como para posibles cuestiones legales que este estrechamente relacionado con el proyecto (Preidel y otros, 2018).

2.5.5 Gestión de estados

Para coordinar la cooperación, el estado de un objeto o modelo de datos registrado se puede determinar con la ayuda de su estado de planificación. Estos estados indican si el conjunto de datos correspondientes se puede utilizar para el proyecto previsto o saber a detalle en qué estado se encuentra actualmente.

Un estado de plan digital es un resultado intermedio de un proceso de planificación particular que se almacena y, si es necesario, se pone a disposición o se libera a otros participantes dentro de la planificación, lo cual se puede caracterizar por diferentes grados de procesamiento.

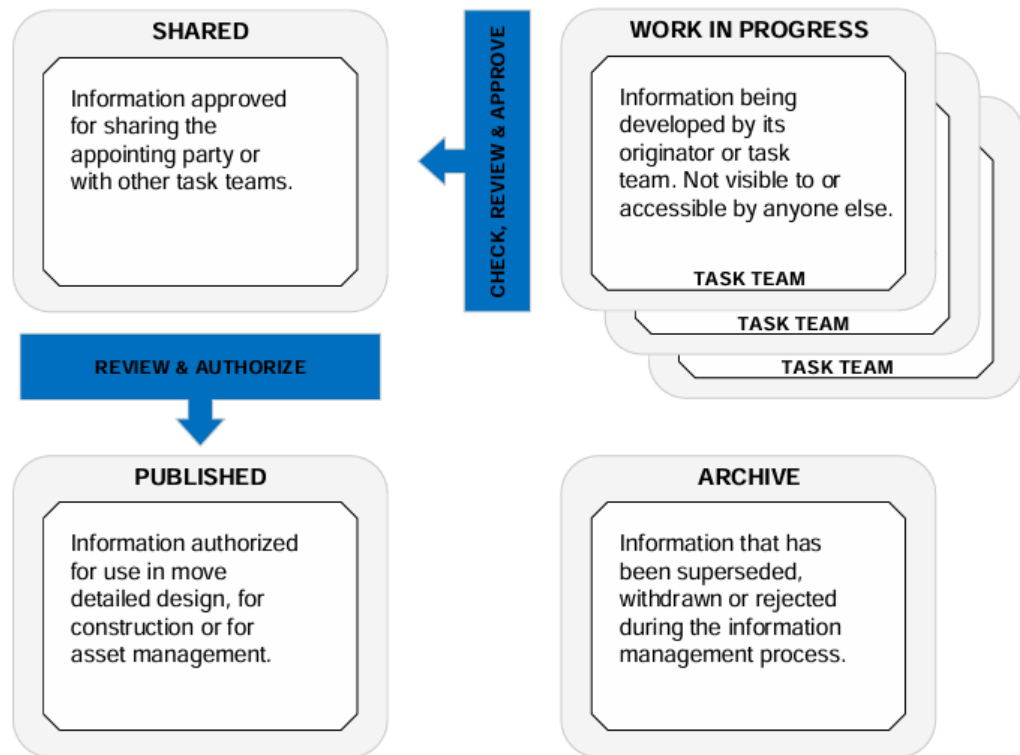


Ilustración 8 Gestión de estados según ISO/DIS 19650-1 (2017).

Fuente: (Preidel y otros, 2018)

La ISO/DIS 1650-1 (2017) establece definiciones útiles para describir la etapa actual de un documento o modelo:

2.5.5.1 Trabajo en progreso (WIP)

La fase de trabajo en progreso se ocupa para información mientras se desarrolla por el líder o miembro del equipo. Los datos en este estado no deberían ser visibles ni accesibles a cualquier miembro del equipo que no sea su creador.

La transición verificar/revisar/aprobar compara los datos con el plan de entrega de documentación y con los estándares, métodos y reglamentos acordados para generar información (Preidel y otros, 2018).

2.5.5.2 Compartido

El estado compartido se utiliza para información que ha sido aprobada para compartir con la parte designada o con otras partes o equipos de trabajo designado apropiados. Todos los datos en este estado deben ser visibles y accesibles, pero no editables. Si en el caso de que se requiera editarlos estos deben volver al estado de trabajo en progreso.

En el estado compartido la información debe ser consultada por todas las personas designadas del proyecto, quien se encarga de comprobar la coordinación, integridad y exactitud de la información. La carpeta de compartido también es utilizada para información aprobada para compartir con el cliente del proyecto.

El estado de transición de revisión/autorización prueba todos los datos en un intercambio de información para verificar su coordinación, integridad y precisión con respecto a los requisitos de información. Si los datos o conjuntos de datos pasan estas pruebas, su estado pasa a publicado (Preidel y otros, 2018).

2.5.5.3 Publicado

Para el estado publicado, la información previamente autorizada para su uso ya sea en la construcción de un nuevo proyecto o en la operación de un activo. El modelo final de información de un proyecto en particular contiene un diseño mucho más detallado para la gestión del activo lo cual es el resultado de una gestión documental sujeta a cambios (Preidel y otros, 2018).

2.5.5.4 Archivado

Para el estado archivado, la información se utiliza para mantener un registro completo de todos los datos reemplazados que ha sido compartido y publicado durante el intercambio de la información. Todos los datos o conjuntos de datos en estado archivado que anteriormente estaban en estado publicado representan información en la

que anteriormente se podría haber confiado para un trabajo de diseño más detallado (Preidel y otros, 2018).

2.5.2 Nivel de Información (LOD)

EL modelo de información de construcción BIM significa reemplazar el dibujo bidimensional 2D de cualquier disciplina por un modelo tridimensional 3D, esto permite aumentar la eficiencia del diseño de proyectos, fomenta un flujo de trabajo de diseño integrado y reduce los errores en el proceso de diseño. El modelo 3D para un proyecto de construcción debe estar entrelazado con componentes o elementos de construcción ricos en datos contextuales (Ahmad Latiffi y otros, 2015).

La definición de LOD (LEVEL OF DEVELOPMENT) se incorpora en BIM para permitir a los profesionales de la construcción tanto en la rama de la arquitectura como en la ingeniería y construcción especificar con un alto nivel de claridad de contenido, así como la confiabilidad de los modelos 3D en varias etapas. El nivel de detalle es la cantidad de detalles incluido en los elementos del modelo de construcción.

La definición de LOD es utilizado para cubrir una cantidad de problemas que ocurre en la etapa de diseño. Se debe a que es fácil malinterpretar la precisión de un elemento el cual se va a modelar. Además, existe la necesidad de diferenciar la cantidad de información de los elementos del modelo de construcción, así como permitir a los actores de la construcción comprender la utilidad de los modelos de construcción recibidos (Ahmad Latiffi y otros, 2015).

Hay cinco niveles de LOD que constan de LOD 100, LOD 200, LOD 300, LOD 400 y LOD 500.

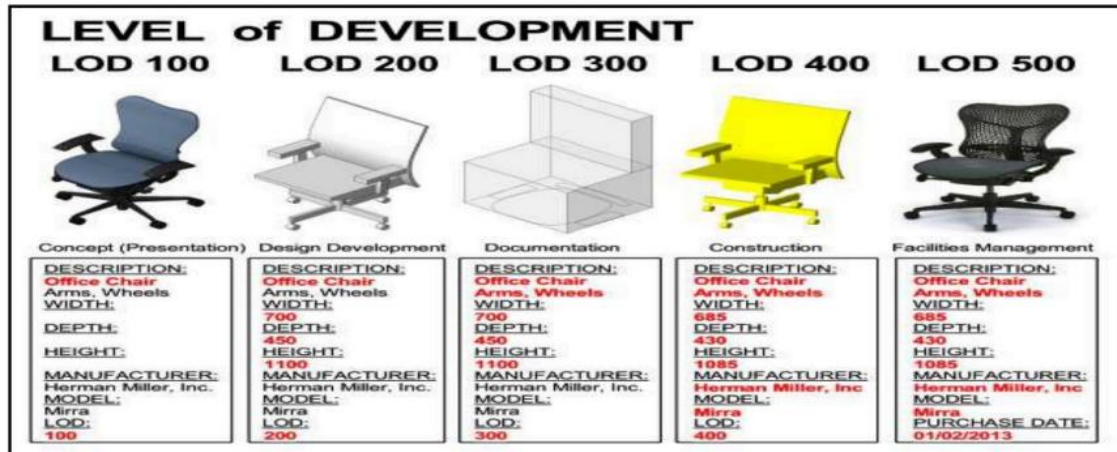


Ilustración 9 Nivel de desarrollo.

Fuente: (Preidel y otros, 2018)

Cada nivel representa requisitos de contenido específico, los cuales se pueden describir a continuación:

- a) **LOD 100.-** Se define como un nivel conceptual, donde los elementos del modelo se representan gráficamente en un símbolo. El nivel de información en esta etapa no es tan detallado ya que su uso generalmente es para la planificación previa al proyecto, estudios de viabilidad y estimación de costos básicos.
- b) **LOD 200.-** Los elementos del modelo de construcción en LOD 200 se representan como sistemas genéricos, objetos con cantidad, tamaño, forma, ubicación y orientación. En este nivel se podría realizar un análisis de rendimiento para determinar que elemento del modelo de construcción se podría utilizar.
- c) **LOD 300.-** Es más precisa en termino de cantidad tamaño forma, ubicación y orientación según lo defina el cliente. Se puede agregar detalles específicos sobre el aspecto de rendimiento de los componentes con la información necesaria definida por el cliente para desarrollar los documentos de construcción. A partir del LOD 300 se puede desarrollar

información detallada para el LOD 400 que es más fabricación de elementos.

- d) **LOD 400.** – Es adaptable con la elaboración del producto y más adecuado para fabricantes de contratistas. Esto se debe a que los elementos en LOD 400 se representa como un sistema de objeto específico que consiste en definir información tanto de orientación, fabricación e instalación.
- e) **LOD 500.** – Se representa como un modelo construido que consta de la información necesaria en la gestión de instalaciones. Este podría considerarse como una representación digital totalmente precisa de un producto fabricado.

Además, también existe una especificación de LOD 350 que se utiliza para desarrollar la coordinación entre cualquier disciplina, como la detección de conflictos. El uso del LOD varía según el país y los profesionales de la construcción, lo que depende del alcance y los requisitos del trabajo (Ahmad Latiffi y otros, 2015).

2.6 Normas y Estándares BIM

El modelo de información de construcción es un enfoque de gestión de información digital que está adoptando la industria de la construcción para mejorar la productividad y la calidad en proyectos de construcción e infraestructura, reducir las pérdidas financieras durante la construcción y proporciona una base para desarrollar servicios futuros.

La alta competencia y los avances tecnológico en el sector de la construcción ha obligado a los clientes del sector público y privado exigir cada vez más que sus proyectos se realicen en una plataforma BIM. A pesar de que algunos países lo adoptan a un ritmo más rápido que otro, existen consensos en que el mundo se beneficiara

drásticamente del potencial inherente de BIM para mejorar su desempeño social y ambiental. BIM es clave en la búsqueda urgente de soluciones más sostenibles y ya está avanzando hacia convertirse en un enfoque que abarca toda la industria a nivel global.

Es así como, en el 2018 se publicó la norma internacional ISO 19650 para respaldar BIM y fomentar su uso más amplio. Por lo tanto, para los profesionales de la construcción bajo los conceptos ISO 19650 representa oportunidades sin precedentes para mejorar su valor agregado durante el proceso de construcción.

2.6.1 Norma ISO 19650

BIM brinda la oportunidad de gestionar mejor el intercambio de información, utilizar herramientas mejoradas para verificar la calidad y mejorar la confianza en la información intercambiada. Aumenta la productividad de los diseñadores e ingenieros consultores a medida que hacen un uso cada vez mayor de sus numerosas posibilidades en la gestión de la información. Los procesos BIM son también una forma de generar confianza entre las distintas partes de cualquier proyecto al promover un verdadero trabajo colaborativo, el uso de procesos BIM ya está ayudando a fortalecer el entendimiento y la confianza mutua.

Tanto la parte uno y dos de la ISO 19650 están orientadas a la fase de diseño y construcción de un proyecto y están destinadas principalmente a ser utilizadas por:

- Aquellas entidades que están interesados en la adquisición, diseño, construcción y/o puesta en servicio de activos construidos.
- Aquellas entidades que están interesados en la realización de actividades de gestión de activos, incluidas las de operación y mantenimiento.



Ilustración 10 Ciclo de vida de la gestión de la información según ISO 19650.

Fuente: (European Federation of Engineering Consultancy Associations, s.f)

Como se puede observar en la ilustración 10 se muestra el ciclo de vida general de la gestión de la información para activos operativos y entrega de proyectos, lo cual muestra la relación entre dos partes del ciclo de vida del activo según al ISO 9001 que tiene que ver con la gestión de la calidad y la 19650. Dentro de la figura A muestra el inicio de la fase de entrega, que en el ciclo de vida de un activo se refiere al impacto de los requisitos del modelo de información del activo en el diseño, construcción y puesta en servicio de ese activo, mientras que la figura B muestra la fase con desarrollo progresivo del modelo de intención de diseño en un modelo de construcción virtual, como parte de un gemelo digital que viene a ser la réplica digital del sistema físico. La figura C muestra que la entrega es un puente entre el proceso de construcción y la fase operativa (European Federation of Engineering Consultancy Associations, s.f).

2.6.2 EIR

Es una parte fundamental para la implementación de BIM dentro de un proyecto, ya que a través de este documento se describe los métodos formas y procedimientos específicos sobre cómo se debe transmitir la información entre los miembros del equipo. Este archivo forma parte de los documentos contractuales del proyecto y se lo debe entregar al equipo de trabajo como parte de su contrato.

2.6.3 BEP

El BEP es el documento principal relativo a la implementación de BIM para un proyecto y puede considerarse como una extensión del tradicional plan de ejecución de proyectos. Además, desde sus usos BIM y su integración en los procesos de gestión de proyecto, pasando por entregables específicos, análisis, gestión de interfaces.

La norma ISO 19650 establece que, durante la etapa de licitación, se debe desarrollar un Plan de Ejecución BIM (BEP) preliminar que contemple los estándares acordados previamente con el cliente. Posteriormente, una vez adjudicado el proyecto, este BEP debe actualizarse para reflejar todos los acuerdos alcanzados por las partes interesadas relevantes, incluido el cliente. Además, debe detallar los procedimientos, entregables y plazos que serán efectivos a lo largo del proyecto.

(European Federation of Engineering Consultancy Associations, s.f)

Capítulo 3: EMPRESA BIMCICPC

3.1 Resumen de la empresa BIMCICP



Ilustración 11 Logo BIMCICP

Fuente: BIMCICP, 2024

BIMCICP (BIM CENTRO DE INTERPRETACIÓN CULTURAL PIFO) es una empresa ecuatoriana, ubicada en el Distrito Metropolitano de Quito, se especializa en la aplicación de la metodología Building Information Modeling (BIM) en proyectos. La participación de BIMCICP en el desarrollo del Centro de Interpretación Cultural de Pifo es fundamental para garantizar la eficiencia y calidad en todas las fases del proyecto.

BIMCICP se dedica a la implementación de BIM para mejorar la planificación, diseño, construcción y mantenimiento de proyectos arquitectónicos y de ingeniería. La empresa ofrece un enfoque integral que abarca desde la creación de modelos tridimensionales detallados hasta la gestión de costos y la sostenibilidad del proyecto.

Misión

Se centra en la implementación de la metodología BIM para ofrecer soluciones innovadoras y efectivas a los desafíos constructivos, asegurando la eficiencia, precisión y sostenibilidad en proyectos arquitectónicos.

Visión

Es posicionarse como líderes y referentes en la implementación de la metodología BIM, destacándose por la alta calidad e innovación de sus proyectos. Esta

visión implica estar constantemente a la vanguardia de la tecnología y proponer una metodología más eficiente y sostenible, con el objetivo de beneficiar a las futuras generaciones.

3.2 Contratos

La empresa BIMCICP se asegura de que todos los contratos del equipo de trabajo estén bien definidos y estructurados para garantizar el éxito en la implementación de la metodología BIM en el proyecto del Centro de Interpretación Cultural de Pifo, orientados al cumplimiento del BEP.

A continuación, se detallan los aspectos clave de estos contratos.

Definición de Roles y Responsabilidades

Cada miembro del equipo tiene un contrato que especifica claramente sus roles y responsabilidades dentro del proyecto. Esto incluye detalles sobre las tareas específicas que deben llevar a cabo, los plazos de entrega y las expectativas en términos de calidad y rendimiento. Este enfoque garantiza que todos los miembros del equipo comprendan plenamente sus deberes, obligaciones y contribuciones al proyecto.

Duración del contrato

Los contratos especifican la duración del compromiso laboral, que puede variar dependiendo de la fase del proyecto y las necesidades específicas del mismo.

Remuneración

Los contratos detallan la remuneración, incluyendo el salario base y cualquier beneficio adicional, como bonificaciones por rendimiento, seguros de salud y otros incentivos.

(Ver ilustración 12). Por ejemplo:

 Quito, 16 mayo del 2024 CONTRATO En la ciudad de Quito se reúnen, por una parte, el Sr. Espín Taco Elián Andrés, con cédula de identidad #020241071-8, de estado civil soltero y profesión Ingeniero civil, legalmente respaldado legalizado en las entidades de control correspondiente. Quien para este documento legal se le dominará "CONTRATISTA". Por otra parte, el Sr. Ullaui Zabala Manuel Fernando, con cédula de identidad # 171821164-0, de estado civil soltero y profesión Arquitecto, representante legal de la empresa BIMCICP, con la documentación de respaldo. Quien para este documento legal se le dominará "CONTRATANTE". Ambas partes bajo su responsabilidad personal y civil declaran que sus facultades no le han sido revocadas ni limitadas y siguen vigentes en el día de la fecha. Así, reconociéndose mutuamente la capacidad legal necesaria para el otorgamiento del presente contrato. EXPONEN: 1.- La empresa de construcción BIMCICP, con su representante legal Arq. Ullaui Zabala Manuel Fernando, va a desarrollar un proyecto constructivo con la implementación de la metodología BIM (Building Information Modeling), dicho proyecto se ubicará en la provincia de Pichincha, parroquia rural de Piño. El proyecto motivo del presente contrato, se determina como un centro de interpretación cultural de aproximadamente de 2474.45 m2 de área, el mismo que se encuentra conformado por cuatro niveles con zonas administrativas, educativas, exposiciones, auditorio, zonas húmedas, espacios públicos, estacionamientos. Dicho proyecto tomará en cuenta el ciclo de vida estimado y las etapas en las que se desarrolla y ejecuta la metodología BIM. 2.- Para el correcto desarrollo del proyecto se establecen las siguientes CLAUSULAS: Primera. - Objeto. La empresa BIMCICP, contrata al contratista en calidad de: Coordinador de disciplinas BIM, siendo su principal actividad laboral, la de coordinar, conocer, valorar y proponer procesos de mejora enfocado a los principios de coordinación para el proyecto motivo del contrato. El contratista declara tener todos los conocimientos de la metodología BIM y su coordinación para aplicarlos en el proyecto. Segunda. - Forma. Se establece un trabajo de forma semipresencial, el mismo que se realizará en su mayoría virtual, por medio de las plataformas determinadas de trabajos colaborativos y estando sujeto a la presentación personal de información por pedido de la empresa y la coordinación del proyecto. Tercera. - Comunicación. Se determina un sistema dual de comunicación para el proyecto, teniendo una plataforma informal dentro de un grupo de chat WhatsApp, la misma que será evidenciada en documentos al ser necesario. Y para notificaciones oficiales se emplea el correo electrónico. Así mismo se establece que las comunicaciones dentro de la plataforma colaborativa Autodesk Construction Cloud, son válidas y evidenciarán el trabajo dentro del proyecto. También se especifica que las comunicaciones por email son viables sólo si las mismas se encuentran en los servidores proporcionados por la organización institucional. Cuarta. - Hardware.	 Para el uso y trabajo del contratista, la empresa no proporcionará ningún equipo informativo o tecnológico de manera física, es decir, el hardware. Por lo que el contratista debe tener el hardware necesario y adecuado para los programas o software a usarse. Quinta. - Software. El contratista de manera obligatoria debe tener las licencias formales de los programas a ser usados dentro de su trabajo en el proyecto. Para la plataforma de trabajo colaborativo ACC, se establece que la empresa será la encargada de proporcionar su acceso con sus respectivos permisos y el contratista deberá desarrollar sus labores en la misma para ser revisada y gestionada. Sexta. - Tiempo. El presente contrato es por un tiempo de seis meses calendario, a partir de la firma del presente contrato, siendo el tiempo máximo para el desarrollo del proyecto, pero de ser necesaria una extensión (prórroga) del tiempo, se la justificará con un informe respectivo de situación, la misma ampliación no será mayor a un tercio del tiempo estimado total y servirá de base directamente proporcional para la compensación salarial respectiva. Séptima. - Entregables. Se establecen los siguientes entregables: - Integración de datos - Coordinación disciplinar y multidisciplinar - Gestión y coordinación dentro de las fases de desarrollo del proyecto - Colaborar y Gestionar en el entorno común de datos (CDE) - Realizar revisiones de calidad y control de los datos del CDE - Informes de coordinación y colisión - Ayuda en la comunicación y colaboración entre todos los miembros del equipo - Coordinación de reuniones - Documentación de monografía Octava. - Incumplimiento de entregables. En caso de incumplimiento, el contratante podrá terminar el contrato si el incumplimiento persiste por más de 15 días o si el entregable no cumple con las especificaciones. Novena. - Remuneración. Se determina que al ser una remuneración del \$1.00 (un dólar americano), cuyo valor será cancelado al término del contrato y la entrega a satisfacción del proyecto. Décima. - Controversia. En caso de controversia, los suscritos, contratante y contratista se someten al tribunal de lo civil y laboral de la ciudad de Quito. Décimo primera. - Aceptación. Para expresar la aceptación del presente contrato, firman por triplicado las partes.  Arq. Manuel Fernando Ullaui Zabala EMPLEADOR BIMCICP  Ing. Espín Taco Elián Andrés COORDINADOR BIM
---	--

Ilustración 12 Contrato de trabajo empleados

Fuente: BIMCICP, 2024

4.8.1 Requerimiento de intercambio de información BIMCICP, EIR

1. Grupo 2 – BIMCICP

2. Descripción del proyecto.

Promotor	Universidad Internacional SEK
Nombre del proyecto	Integración de la metodología BIM en el desarrollo del proyecto Centro de Interpretación Cultural Pifo
Breve descripción del proyecto	El proyecto consiste en el diseño y desarrollo de un Centro de Interpretación Cultural en la parroquia rural de Pifo, con el propósito de difundir y preservar la rica herencia cultural de la región. Este centro servirá como un espacio multifuncional donde los habitantes de Pifo y las comunidades circundantes puedan participar en actividades culturales, sociales y comerciales, así como también para el fortalecimiento del acervo cultural y las representaciones sociales de la zona. El diseño del Centro de Interpretación se realizará con la metodología BIM (Modelado de Información para la Construcción), lo que permitirá una integración eficiente de los aspectos arquitectónicos, estructurales y MEP del proyecto. Además, se utilizarán herramientas BIM para la planificación temporal (4D), estimación de costos (5D) y evaluación de sostenibilidad (6D), lo que garantizará la eficiencia y la calidad del proyecto en todas sus etapas.
Dirección del proyecto	Parroquia de Pifo – sector Primavera Centro
Nro. Predio	5104686
Zona Metropolitana	AEROPUERTO
Área del predio según escrituras	290594.32 m ²
Área aproximada construcción	2474.45 m ²
ÁREA POR PISO	618.61 m ²

Tabla 2 Descripción del proyecto

Fuente: BIMCICP

3. Integrantes y Roles.

ROLES	NOMBRE Y APELLIDO	CORREO	CONTACTO
BIM Manager	Arq. Fernando Ullauri	manuel.ullauri@uisek.edu.ec	0969061601
Coordinador BIM	Ing. Elian Espín	elian.espin@uisek.edu.ec	0939007972
Líder Arquitectura	Arq. Eduardo Correa	jose.correa@uisek.edu.ec	0983087983
Líder Estructura	Ing. Elian Espín	elian.espin@uisek.edu.ec	0939007972
Líder MEP	Arq. Osmar López	osmar.lopez@uisek.edu.ec	0999084999
Líder SOSTENIBILIDAD	Arq. Osmar López	osmar.lopez@uisek.edu.ec	0999084999

Tabla 3 Integrantes y Roles

Fuente: BIMCICP

4. Objetivo General.

El objetivo principal de este trabajo es optimizar el proceso de diseño y construcción del Centro de Interpretación Cultural de Pifo mediante la integración de la metodología BIM.

5. Objetivos Específicos.

Utilizar la metodología BIM para simular el proceso constructivo en la dimensión temporal (4D), lo que permitirá una planificación y ejecución más eficientes a lo largo de todas las etapas del proyecto.

Implementar modelos BIM en la dimensión de presupuestos (5D) para realizar estimaciones financieras precisas, asegurando un control riguroso de los plazos y minimizando la ineficiencia en cada fase del proyecto.

Analizar el diseño y la ejecución del proyecto incorporando la dimensión de sostenibilidad (6D) tiene el propósito de garantizar que todas las decisiones y procesos del proyecto contribuyan a un desarrollo más responsable y eficiente. Esto incluye evaluar cómo las estrategias y soluciones aplicadas afectan al consumo de recursos, la eficiencia energética y el impacto ambiental a lo largo del proceso de construcción y durante el uso del edificio. La integración de 6D asegura que el diseño no solo cumpla con los requisitos funcionales y estéticos, sino que también optimice el desempeño ambiental del edificio, promoviendo prácticas sostenibles y reduciendo el impacto negativo en el entorno.

6. Usos BIM del proyecto.

USOS BIM	Descripción – nivel de detalle
Modelo de Arquitectura	LOD 300
Modelo de Estructura	LOD 300
Modelo de MEP	LOD 300
Simulación constructiva por disciplinas (4D)	Proceso constructivo simplificado en el tiempo
Costos - Presupuestos por disciplinas (5D)	Presupuesto general estándar
Análisis de Sostenibilidad (6D)	Análisis de beneficios de criterios de sostenibilidad

Tabla 4 Usos BIM

Fuente: BIMCICP

7. Plan de entregas de información (Information Delivery Plan – IDP)

ROLES	LOD	DESCRIPCIÓN
Líder Arquitectura	300	En este nivel los elementos ya incluyen funciones determinadas, además de sus dimensiones geométricas y corresponde a un 60% de la cantidad de información total posible.
Líder Estructura	300	En este nivel los elementos ya incluyen funciones determinadas, además de sus dimensiones geométricas y corresponde a un 60% de la cantidad de información total posible.
Líder MEP	300	En este nivel los elementos ya incluyen funciones determinadas, además de sus dimensiones geométricas y corresponde a un 60% de la cantidad de información total posible.
Líder SOSTENIBILIDAD		Análisis de beneficios de criterios de sostenibilidad, informe.

Tabla 5 Plan de entrega de información

Fuente: BIMCICP

8. Plantilla de proyecto BIM (BIM Project Template)

Plantilla Arquitectónica

<https://acc.autodesk.com/docs/files/projects/07ca3cdd-0b05-41d9-9232-aaac5a415a48?folderUrn=urn%3Aadsk.wipprod%3Afs.folder%3Aco.CS-RALJQSP6Dy0Z45ua3Dg&entityId=urn%3Aadsk.wipprod%3Adm.lineage%3AdZWg9c9IQiKCid5UgsRdAg&viewModel=detail&moduleId=folders>

Plantilla Estructural

https://acc.autodesk.com/docs/files/projects/07ca3cdd-0b05-41d9-9232-aaac5a415a48?folderUrn=urn%3Aadsk.wipprod%3Afs.folder%3Aco.39K4e7_xT--XHSiSM6wCfA&entityId=urn%3Aadsk.wipprod%3Adm.lineage%3Agqk2KwpJRr29woxpW6iVQA&viewModel=detail&moduleId=folders

4.8.2 Plan de Ejecución BIM “BIMCICP” BEP

SOLICITANTE

Universidad Internacional SEK Ecuador “UISEK” - Sr. Lic. Elmer Muñoz

NOMBRE DEL PROYECTO

INTEGRACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN EL DESARROLLO DEL PROYECTO CENTRO DE INTERPRETACIÓN CULTURAL PIFO.

INTRODUCCIÓN

PROPÓSITO DEL BEP

El propósito del BEP es definir los procedimientos y estándares para la implementación y gestión del proyecto del Centro de Interpretación en Pifo, utilizando la metodología BIM bajo la normativa ISO19650.

PROYECTO

La iniciativa del proyecto surge de la necesidad de la parroquia rural de Pifo, ubicada en el extremo nororiental del Distrito Metropolitano de Quito, de contar con un equipamiento cultural que aborde deficiencias sociales, culturales, espaciales y arquitectónicas existentes en la zona.

UBICACIÓN Y CONTEXTO

Pifo es una parroquia rural que enfrenta múltiples desafíos, incluyendo la falta de infraestructuras culturales adecuadas. El centro de interpretación no sólo servirá como un espacio para la difusión de la cultura popular local, sino también como un punto de

encuentro para sus habitantes y comunidades vecinas, fomentando el intercambio social, cultural y comercial.

El proyecto del Centro de interpretación para la cultura popular de Pifo se enmarca en la aplicación de la metodología BIM, un enfoque colaborativo basado en la creación y gestión de información digital sobre un edificio e infraestructura durante todo el ciclo de vida.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Optimizar la planificación y ejecución del proyecto mediante simulación 4D.
- Realizar estimaciones precisas de costos utilizando modelos 5D.
- Promover la sostenibilidad 6D a través de análisis climatológicos, de orientación, de asoleamiento y diagramas solares de la edificación, de confort mediante diagramas psicométricos PMV y PPD, de iluminancia de espacios interiores de la edificación en estado actual, análisis en modelos 3D.

USOS BIM RELACIONADOS

- Planificación de Fases (4D).
- Estimación de cantidades y costos (5D).
- Evaluación de sostenibilidad (6D).

OBJETIVOS DEL PROYECTO DESDE LA PERSPECTIVA BIM

IMPLEMENTACIÓN DE BIM

Utilizar la metodología BIM conforme a la normativa ISO19650 para asegurar una gestión eficiente de la información durante todas las fases del proyecto.

OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO

Facilitar un diseño integral y coordinado entre las disciplinas arquitectónicas, estructurales y MEP (Mecánica, Eléctrica y Fontanería) mediante modelos digitales precisos y actualizados.

SIMULACIÓN Y ANÁLISIS

Aplicar la simulación 4D para visualizar la secuencia temporal de construcción, optimizando la planificación y minimizando conflictos en el sitio.

GESTIÓN DE COSTOS

Realizar estimaciones 5D para evaluar y comparar los costos del proyecto frente a métodos tradicionales, asegurando la viabilidad económica desde las etapas iniciales.

SOSTENIBILIDAD

Integrar criterios de sostenibilidad mediante análisis climatológicos, de orientación, de asoleamiento y diagramas solares de la edificación, de confort mediante diagramas psicométricos PMV y PPD, de iluminancia de espacios interiores de la edificación en estado actual, análisis en modelos 3D, con la finalidad de evaluar la sostenibilidad 6D en el proyecto.

BENEFICIOS ESPERADOS DE LA IMPLEMENTACIÓN BIM

La aplicación de BIM en este proyecto no sólo optimizará la gestión del diseño y la construcción, sino que también proporcionará beneficios tangibles como:

MEJORA LA COLABORACIÓN

Facilita la comunicación entre los distintos equipos multidisciplinarios a través de un modelo centralizado de información.

REDUCCIÓN DE ERRORES Y RETRABAJO

Identificación temprana de conflictos y problemas de diseño mediante la detección de interferencias en el modelo 3D.

TRANSPARENCIA Y CONTROL

Acceso en tiempo real a la información actualizada para todas las partes involucradas, promoviendo una toma de decisiones informada.

DOCUMENTACIÓN COMPLETA Y ACCESIBLE

Generación automática de documentación técnica y específica del proyecto, asegurando la trazabilidad y la conformidad con los estándares establecidos.

JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO BAJO LA METODOLOGÍA BIM

La adopción de BIM en el diseño del centro de interpretación para la cultura popular de Pifo se justifica por:

NECESIDADES ESPECÍFICAS DEL CLIENTE

Cumplir con los requisitos y expectativas del cliente en términos de calidad, costo y tiempo.

EFICIENCIA Y SOSTENIBILIDAD

Contribuir a la mejora del entorno construido mediante prácticas de diseño sostenible y eficiente.

INNOVACIÓN Y MEJORA CONTÍNUA

Fomentar la innovación en el diseño arquitectónico y la gestión de proyectos, estableciendo un estándar de excelencia en la comunidad local.

ALCANCE DEL PROYECTO

El alcance del proyecto abarca desde la fase inicial de investigación y análisis de requisitos culturales y funcionales, hasta la implementación y diseño arquitectónico,

estructural y MEP del centro de interpretación en Pifo. BIM será aplicado de manera integral en este espacio destinado a la difusión de la cultura local, garantizando la coherencia y la eficiencia en la gestión de la información y los recursos.

ALCANCE DE LOS TRABAJOS BIM

- Modelado 3D de todas las disciplinas (arquitectura, estructuras, MEP).
- Simulación 4D para la planificación temporal.
- Análisis de costos 5D.
- Análisis de sostenibilidad 6D.

REQUISITOS DEL CLIENTE

EXPECTATIVAS Y NECESIDADES DEL CLIENTE

- Un espacio que refleje y promueva la cultura de Pifo.
- Alta calidad en el diseño del proyecto.
- Análisis de cronogramas y presupuestos.
- Análisis de eficiencia energética e iluminación.

ENTREGABLES BIM ESPECÍFICOS

- Modelos BIM actualizados y coordinados.
- Informes de simulación 4D.
- Estimaciones de costos 5D.
- Análisis de sostenibilidad 6D.

ROLES Y RESPONSABILIDADES

ACTORES CLAVE

BIM Manager: Arq. Manuel Fernando Ullauri Zabala

Coordinador BIM: Ing. Elian Andrés Espín Taco

Líder Estructural: Ing. Elian Andrés Espín Taco

Líder Arquitectura: Arq. José Eduardo Correa Vallejo

Líder MEP: Arq. Osmar Fernando López Espinoza

Líder Sostenibilidad: Arq. Osmar Fernando López Espinoza

ESTRUCTURA ORGANIZATIVA

BIM Manager supervisa todos los aspectos BIM.

Coordinador BIM gestiona la integración y coordinación entre disciplinas.

Líderes de cada disciplina se encargan del desarrollo y revisión de sus respectivos modelos.

USO BIM	EQUIPO RESPONSABLE	CONTACTO RESPONSABLE	ESFUERZO ESTIMADO
MODELO ARQUITECTURA (3D)	ARQUITECTURA	ARQ. EDUARDO CORREA	LOD 300
MODELO ESTRUCTURA (3D)	ESTRUCTURA	ING. ELIAN ESPIN	LOD 300
MODELO MEP HIDROSANITARIO (3D)	MEP SANITARIO	ARQ. OSMAR LÓPEZ	LOD 300
MODELO MEP ELÉCTRICO (3D)	MEP ELÉCTRICO	ARQ. OSMAR LÓPEZ	LOD 300
MODELO MEP MECÁNICO (3D)	MEP MECÁNICO	ARQ. OSMAR LÓPEZ	LOD 300
MODELO COORDINADO DISCIPLINAR Y MULTIDISCIPLINAR	COORDINACIÓN BIM	ING. ELIAN ESPIN	ANÁLISIS E INFORME DE COORDINACIÓN
COSTOS Y PRESUPUESTO (5D) MODELO ARQUITECTURA	ARQUITECTURA	ARQ. EDUARDO CORREA	PRESUPUESTO GENERAL ESTÁNDAR
COSTOS Y PRESUPUESTO (5D) MODELO ESTRUCTURA	ESTRUCTURA	ING. ELIAN ESPIN	PRESUPUESTO GENERAL ESTÁNDAR
COSTOS Y PRESUPUESTO (5D) MODELO MEP (ELÉCTRICO, HIDROSANITARIO, MECÁNICO)	MEP	ARQ. OSMAR LÓPEZ	PRESUPUESTO GENERAL ESTÁNDAR
FASE MINIMA DE PRECONSTRUCCIÓN Y SIMULACIÓN CONSTRUCTIVA (4D) MODELO ARQUITECTURA	ARQUITECTURA	ARQ. EDUARDO CORREA	PROGRAMACIÓN GENERAL DE TRABAJO DE PROYECTO
FASE MINIMA DE PRECONSTRUCCIÓN Y SIMULACIÓN CONSTRUCTIVA (4D) MODELO ESTRUCTURA	ESTRUCTURA	ING. ELIAN ESPIN	PROGRAMACIÓN GENERAL DE TRABAJO DE PROYECTO
FASE MINIMA DE PRECONSTRUCCIÓN Y SIMULACIÓN CONSTRUCTIVA (4D) MODELO MEP (ELÉCTRICO, HIDROSANITARIO, MECÁNICO)	MEP	ARQ. OSMAR LÓPEZ	PROGRAMACIÓN GENERAL DE TRABAJO DE PROYECTO
SOSTENIBILIDAD ANÁLISIS (6D)	SOSTENIBILIDAD	ARQ. OSMAR LÓPEZ	ANÁLISIS DE BENEFICIOS DE CRITERIOS DE SOSTENIBILIDAD
COSTOS Y PRESUPUESTO (5D)	GERENCIA BIM	ARQ. FERNANDO ULLAURI	PRESUPUESTO GENERAL ESTÁNDAR
FASE MINIMA DE PRECONSTRUCCIÓN Y SIMULACIÓN CONSTRUCTIVA (4D)	GERENCIA BIM	ARQ. FERNANDO ULLAURI	PRESUPUESTO GENERAL ESTÁNDAR

Tabla 6 Estructura Organizativa

Fuente: BIMCICP

TABLA DE USOS DE PROYECTO BIM

USO BIM	DESCRIPCIÓN	PRIORIDAD (ALTA-MEDIA-BAJA)	PLAN-DISEÑO-CONSTRUCCIÓN-OPERACIÓN			
			P	D	C	O
MODELO ARQUITECTURA (3D)	Generar el modelo arquitectónico y planos profesionales auditados al 100%	ALTA	P	D		
MODELO ESTRUCTURA (3D)	Generar el modelo estructural y planos profesionales auditados al 100%	ALTA	P	D		
MODELO MEP HIDROSANITARIO (3D)	Generar el modelo MEP Hidrosanitario y planos profesionales auditados al 100%	ALTA	P	D		
MODELO MEP ELÉCTRICO (3D)	Generar el modelo MEP Eléctrico y planos profesionales auditados al 100%	ALTA	P	D		
MODELO MEP MECÁNICO (3D)	Generar el modelo MEP Mecánico y planos profesionales auditados al 100%	ALTA	P	D		
MODELO COORDINADO DISCIPLINAR Y MULTIDISCIPLINAR	Detección de interferencias y colisiones, modelo federado, protocolo, libro de estilos, coordinación de trabajo	ALTA		D		
COSTOS Y PRESUPUESTO (5D) MODELO ARQUITECTURA	Generación de presupuesto del modelo	MEDIA		D		
COSTOS Y PRESUPUESTO (5D) MODELO ESTRUCTURA	Generación de presupuesto del modelo	MEDIA		D		
COSTOS Y PRESUPUESTO (5D) MODELO MEP (ELÉCTRICO, HIDROSANITARIO, MECÁNICO)	Generación de presupuesto del modelo	MEDIA		D		
FASE MINIMA DE PRECONSTRUCCIÓN Y SIMULACIÓN CONSTRUCTIVA (4D) MODELO ARQUITECTURA	Establecer cronogramas y programación de trabajos del modelo	MEDIA		D		
FASE MINIMA DE PRECONSTRUCCIÓN Y SIMULACIÓN CONSTRUCTIVA (4D) MODELO ESTRUCTURA	Establecer cronogramas y programación de trabajos del modelo	MEDIA		D		
FASE MINIMA DE PRECONSTRUCCIÓN Y SIMULACIÓN CONSTRUCTIVA (4D) MODELO MEP (ELÉCTRICO, HIDROSANITARIO, MECÁNICO)	Establecer cronogramas y programación de trabajos del modelo	MEDIA		D		
SOSTENIBILIDAD ANÁLISIS (6D)	Determinar el cumplimiento de criterios de sostenibilidad	MEDIA		D		
COSTOS Y PRESUPUESTO (5D)	Generación de presupuesto del proyecto	MEDIA		D		
FASE MINIMA DE PRECONSTRUCCIÓN Y SIMULACIÓN CONSTRUCTIVA (4D)	Generación una simulación constructiva en base a la planificación del trabajo	MEDIA		D	C	

Tabla 7 Usos del proyecto BIM

Fuente: BIMCICP

ESTÁNDARES Y NORMATIVAS

NORMAS BIM A SEGUIR

ISO19650 para la gestión de la información en BIM la comprenden y la desarrollan todos los roles del presente proyecto cumpliendo, además, las normativas locales de construcción y sostenibilidad.

ESTÁNDARES ESPECÍFICOS DEL PROYECTO

Normas específicas para el modelado, intercambio y gestión de la información.

ESTÁNDARES ESPECÍFICOS DEL PROYECTO		
FUNCIÓN	ESTÁNDAR	DESCRIPCIÓN
Gestión de la información	ISO 19650 Series	Producción colaborativa de información de arquitectura, ingeniería y construcción. Organización y digitalización de información sobre edificios y obras de ingeniería civil, incluido el modelado de información de construcción (BIM)
Medios de estructuración y clasificación de la información	Unifomat II, Uniclass, Omniclass Table 21, Revit, categories, Disciplines, otros...	Clasificación utilizada para categorizar el alcance del trabajo y los entregables del modelo
Conceptos y principios	ISO 19650 -1	Establece los conceptos y principios recomendados para los procesos de desarrollo y gestión de la información en todo el ciclo de vida de construcción
Gestión de la información	ISO 19650 -2	Define los procesos de desarrollo y gestión de la información durante la fase de desarrollo
Seguridad de la información	ISO 19650 -5	Establece los requisitos de seguridad de la información
Protocolos referencias	AIA G202	Compendio de protocolos para usos BIM definición LOD

Tabla 8 Estándares específicos del proyecto

Fuente: BIMCICP

PROCESOS DE TRABAJO Y FLUJOS DE INFORMACIÓN

PROCEDIMIENTOS PARA LA DETECCIÓN DE INTERFERENCIAS

Se realizarán revisiones periódicas de los modelos BIM por disciplina (Arquitectura, Estructura, MEP), cada líder de disciplina será el responsable de realizar la auditoría de su modelo al 100% estipulado en la tabla numeral 6.2.

En caso de que el líder de disciplina detecte una interferencia dentro de su modelo, él es el responsable de resolver la interferencia detectada, utilizando herramientas de revisión y resolución de interferencias.

El informe de auditoría al 100% deberá ser entregado por cada líder de disciplina a Coordinación BIM.

PROCESO DE COORDINACIÓN Y REVISIÓN DE MODELOS

La Coordinación BIM utilizando herramientas de coordinación para detección y resolución de interferencias verificará y validará que la información de modelos entregada por cada líder de disciplina está correcta mediante un informe de auditoría al 100% entregada por cada líder de disciplina, en caso de que la coordinación BIM detecte y evidencie interferencias en los modelos procederá a indicar al líder responsable del modelo que realice su corrección.

PROCESOS – ENTREGA DE MODELO

PROCESOS – ENTREGA DE MODELO			
INFORMACIÓN	EQUIPO	FRECUENCIA	FORMATO
Modelo Arquitectónico	Arquitectura	semanal	RVT - NWC
Modelo Estructural	Estructural	semanal	RVT - NWC
Modelo Hidrosanitario	MEP Hidrosanitario	semanal	RVT - NWC
Modelo Eléctrico	MEP Eléctrico	semanal	RVT - NWC
Modelo Mecánico	MEP Mecánico	semanal	RVT - NWC
Informe de Sostenibilidad	Sostenibilidad	semanal	PDF - JPG

Tabla 9 Procesos

Fuente: BIMCICP

- La revisión y análisis de interferencias la realizará cada líder de disciplina utilizando el software Navisworks.
- Cada líder de disciplina realizará reportes de interferencias y generará la resolución colaborativa.

GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN Y FLUJOS DE TRABAJO COLABORATIVOS

- Plataforma común de datos (CDE) para el intercambio de información mediante el software Autodesk Construction Cloud
- Protocolos de actualización y control de versiones.

NOMENCLATURA DE ARCHIVOS – ESTÁNDAR DE CODIFICACIÓN DE ARCHIVOS

NOMENCLATURA DE ARCHIVOS
PROYECTO + GUIÓN (-) + INICIALES CREADOR + GUIÓN (-) + VOLUMEN/SISTEMA + GUIÓN (-) + NIVEL/LOCALIZACIÓN + GUIÓN (-) + TIPO + GUIÓN (-) + DISCIPLINA

Tabla 10 Estándar de codificación

Fuente: BIMCICP

BIMCICP-MFUZ-E01-ZZZ-M3D-ARQ

BIMCICP-MFUZ-E01-ZZZ-M3D-EST

BIMCICP-MFUZ-E01-ZZZ-M3D-MEPHSAN

BIMCICP-MFUZ-E01-ZZZ-M3D-MEPELEC

BIMCICP-MFUZ-E01-ZZZ-M3D-MEPMEC

BIMCICP-MFUZ-E01-ZZZ-M3D-SOS

MODELADO Y DETALLADO

NIVELES DE DESARROLLO (LOD)

ARQUITECTURA

(LOD 300) modelos arquitectónicos detallados con especificaciones técnicas, materiales y sistemas de constructivos.

ESTRUCTURA

(LOD 300) modelos estructurales detallados con cálculos y especificaciones técnicas.

MEP (MECÁNICA, ELÉCTRICA, PLOMERÍA)

(LOD 300) modelos MEP detallados con especificaciones técnicas y detalles de instalación.

SOSTENIBILIDAD

(LOD 300) modelos de sostenibilidad con especificaciones y detalles de materialidad, esto lo gestionará colaborativamente en conjunto con el líder de Arquitectura en caso de que los modelos de sostenibilidad validen de que la materialidad tiene que ser reemplazada generando así nuevos modelos arquitectónicos.

DETALLES DE LOS CONTENIDOS Y FORMATOS DE LOS MODELOS

BIM

Modelos detallados y documentados en formatos compatibles (RVT, IFC)

TECNOLOGÍA Y HERRAMIENTAS

SOFTWARE Y HERRAMIENTAS BIM A UTILIZAR

- Autodesk Revit para modelado 3D.

- Navisworks para coordinación y detección de interferencias.
- Presto para análisis de planificación 4D o programa similar por ejemplo Navisworks.
- Presto para análisis de costos 5D.
- Autodesk Revit para análisis de sostenibilidad 6D.

INTEROPERABILIDAD Y FORMATOS DE INTERCAMBIO DE DATOS

- Uso de formato IFC para interoperabilidad.
- Protocolos para la conversión y uso de diferentes formatos.

GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN

ESTRATEGIA PARA EL ALMACENAMIENTO Y EL ACCESO A LA INFORMACIÓN

- Plataforma Autodesk Construction Cloud (CDE) para almacenamiento centralizado.
- Acceso controlado y permisos de acuerdo con los roles.

MECANISMOS PARA LA ACTUALIZACIÓN Y EL CONTROL DE VERSIONES DE LOS MODELOS

Protocolos de versionado y actualización.

Registro de cambios y revisiones.

CALENDARIO Y PROGRAMACIÓN

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES BIM

- Fases definidas con hitos claros.
- Calendario detallado para cada fase del proyecto.

HITOS Y ENTREGABLES CLAVE

- Entregables principales para cada fase.
- Revisión y aprobación de hitos.

CALIDAD Y CONTROL DE CALIDAD

PLAN DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD

- Revisiones periódicas de calidad.
- Checklists y auditorías internas.

PROCEDIMIENTOS DE REVISIÓN Y VALIDACIÓN DE LOS MODELOS BIM

- Validación cruzada entre disciplinas.
- Revisión de modelos por partes interesadas.

GESTIÓN DE RIESGOS

IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS ESPECÍFICOS ASOCIADOS CON BIM

- Riesgos de interoperabilidad y coordinación.
- Riesgos de actualización y control de versiones.
- Riesgo de incumplimiento de responsabilidades por miembro de equipo.
- Riesgo de que el CDE deje de funcionar.

ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN Y GESTIÓN DE RIESGOS

- Plan de contingencia en caso de incumplimiento de responsabilidades por un miembro del equipo BIMCICP.

- Plan de contingencia en caso de que el CDE deje de funcionar.
- Planes de contingencia y protocolos de respuesta.
- Monitoreo y evaluación continua de riesgos.

Plan de contingencia en caso de incumplimiento de responsabilidades por un miembro del equipo BIMCICP

Introducción

Este plan de contingencia tiene como objetivo establecer procedimientos y acciones a seguir en caso de que algún miembro del equipo BIM no cumpla con sus responsabilidades y entregables. Este plan se basa en la premisa de que ningún otro miembro del equipo BIM asumirá las responsabilidades y entregables del miembro faltante debido a cuestiones ajenas al rol.

Identificación del problema

Responsable:

Coordinador BIM

Descripción:

Detectar y reconocer cualquier incumplimiento de responsabilidades o entregables por parte de un miembro del equipo BIM.

Notificación inmediata

Responsable:

Coordinador BIM

Descripción:

Informar al BIM Manager y al equipo sobre el problema detectado de inmediato.

Evaluación del impacto

Responsable:

BIM Manager y Coordinador BIM

Descripción:

Evaluar el impacto del incumplimiento en el proyecto, determinando la gravedad y las posibles consecuencias.

Declaración del impacto y ajustes

Responsable:

BIM Manager

Descripción:

Comunicar a todas las partes interesadas (cliente, contratistas) el impacto del incumplimiento y los ajustes necesarios en los cronogramas y presupuestos del proyecto.

Planificación de recursos alternativos

Responsable:

BIM Manager

Descripción:

Evaluar la posibilidad de contratar recursos adicionales o externos para cubrir las responsabilidades y entregables del miembro faltante.

Implementación de recursos alternativos

Responsable:

Coordinador BIM

Descripción:

Integrar los recursos adicionales o externos al proyecto y coordinar su trabajo con el equipo existente.

Monitoreo y seguimiento

Responsable:

Coordinador BIM

Descripción:

Monitorear de cerca el progreso de los recursos adicionales o externos y asegurar que el proyecto continúe sin mayores retrasos.

Revisión y actualización del BEP

Responsable:

BIM Manager y Coordinador BIM

Descripción:

Actualizar el BEP para reflejar cualquier cambio en los procedimientos o roles debido a la incorporación de recursos adicionales o externos.

Documentación de lecciones aprendidas

Responsable:

BIM Manager

Descripción:

Documentar las lecciones aprendidas del incidente y actualizar los procedimientos para evitar futuros incumplimientos.

Comunicación continua

Responsable:

Coordinador BIM

Descripción:

Mantener una comunicación continua con el cliente y las partes interesadas sobre el progreso y las acciones tomadas.

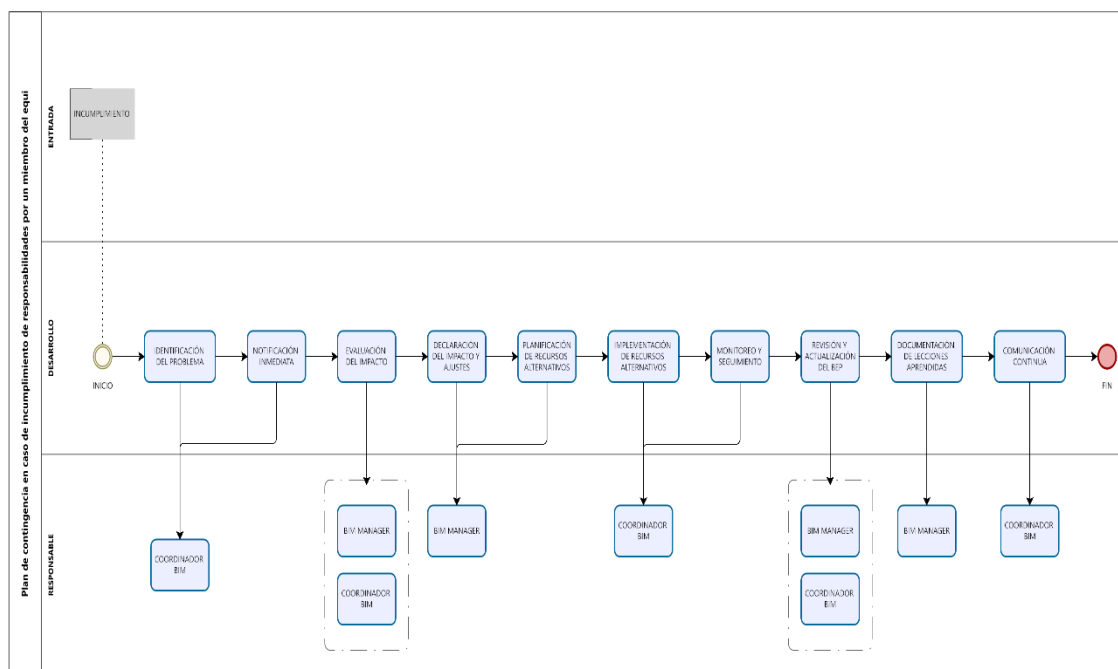


Ilustración 13 Flujo de plan de contingencia por incumplimiento de responsabilidades

Fuente: BIMCICP

Plan de contingencia en caso de que el entorno CDE deja de funcionar

Acciones inmediatas para tomar en consideración si el entorno CDE deja de estar disponible

Si el entorno común de datos de datos (CDE) deja de estar disponible, es crucial tomar medidas inmediatas para minimizar el impacto en la ejecución del proyecto y asegurar la continuidad del trabajo. A continuación, se establece un plan de acción detallado que se debe seguir.

Acciones inmediatas

Notificación Inmediata:

Informar al equipo del proyecto: Notificar a todos los miembros del equipo del proyecto sobre la interrupción del CDE a través de los canales de comunicación establecidos (Autodesk Construction Cloud, correo electrónico, mensajería instantánea, reuniones de emergencia).

Contactar al proveedor del CDE: Se debe informar al proveedor del CDE sobre el problema y solicitar una resolución inmediata.

Evaluación del impacto

Evaluar la extensión de la interrupción: Determinar qué datos y procesos están afectados y evaluar la criticidad del acceso a estos datos para las operaciones actuales.

Identificar tareas críticas: Priorizar las tareas y actividades críticas que requieren acceso inmediato al CDE.

Implementación del Plan de contingencia:

Activar el plan de respaldo de datos: Utilizar copias de seguridad locales o en la nube (NUBE DRIVE) si están disponibles. Asegurarse de llevar un control de que estas copias documentales estén actualizadas.

Acceso a versiones locales: Permitir que los miembros del equipo accedan a versiones locales de los modelos y documentos.

Comunicación continua:

Mantener informado al equipo: Proveer actualizaciones regulares sobre el estado de la interrupción y los esfuerzos que se requieren para la recuperación de la información.

Coordinar con el proveedor: Mantener una comunicación constante con el proveedor del entorno común de datos (CDE) para recibir actualizaciones sobre el progreso en la resolución del problema.

Plan de Contingencia y recuperación

Restauración de datos

Restaurar desde copias de seguridad:

En caso de que desde el (CDE) no se pueda restaurar o recuperar la información rápidamente, se debe recuperar los datos desde la copia de seguridad más reciente.

Verificación de integridad de datos:

Cada líder de disciplina debe asegurarse de que los datos o información recuperada se encuentre completa, actualizada, sin virus y sin errores.

Soluciones alternativas Temporales**Utilizar plataformas como alternativas:**

En caso de detectarse una intermitencia o fallo en el (CDE) se recomienda utilizar un servicio alternativo o una plataforma de respaldo (NUBE DRIVE), para que cada líder de disciplina migre continuamente la información a su responsabilidad.

Configurar una plataforma CDE permanente:

Para poder establecer un entorno común de datos permanente se puede utilizar los servicios de la (NUBE DRIVE) a disposición.

Reanudar operaciones**Restablecer el acceso al CDE:**

Una vez que el CDE se encuentre disponible y en perfecto estado, el BIM MANAGER debe asegurarse del acceso y permisos a todos los miembros del equipo BIMCICP, además, de verificar la funcionalidad completa del CDE en conjunto con el COORDINADOR BIM.

Sincronización de datos

Todo trabajo que durante su ejecución se encuentre afectado por la interrupción del CDE debe ser sincronizado, con la finalidad de asegurar la actualización de la información y datos.

Revisión y mejora del Plan de contingencia

Se debe realizar una revisión de la causa principal de interrupción del CDE y la efectividad de respuesta que se llevó a cabo.

Para mejorar el plan de contingencia se debe tomar en cuenta y basarse en las lecciones aprendidas para mitigar futuros riesgos e imprevistos.

Plan de respaldo de datos

Frecuencia de respaldo de datos

- Realizar copias de seguridad diarias y semanales de acuerdo con el avance de la información.
- La ubicación del respaldo se establece que será mediante el siguiente enlace:
 - https://drive.google.com/drive/folders/1ct6siRJQa0SZ7aTwwS8nrJBDjziP0xUI?usp=sharing_eil_se_dm&ts=668741a8
 - https://drive.google.com/drive/folders/1t91nmcI9Uw1VmKv3lB8jZ25meNLw58dz?usp=sharing_eil_se_dm&ts=667a063c
- Cada Líder de disciplina tiene la responsabilidad de la gestión y la verificación regular de las copias de seguridad.

Formato de comunicación de interrupción

ASUNTO: Interrupción del entorno común de datos (CDE)

Estimado equipo BIMCICP,

Hemos identificado una interrupción en nuestro entorno común de datos (CDE).

Nos encontramos activamente trabajando con el proveedor para resolver este problema lo antes posible. Mientras tanto, por favor accedan a las versiones locales de los documentos, datos y modelos según sea necesario.

Proporcionaremos actualizaciones periódicas sobre el estado de esta interrupción y las acciones de recuperación en curso.

Agradezco su comprensión y cooperación

Atentamente,

(Nombre del responsable)

Procedimiento de notificación de interrupción del servicio del CDE

Activación del protocolo de notificación

Responsable: Arq. Fernando Ullauri (BIM MANAGER)

Acción:

- Iniciar el protocolo de notificación inmediatamente después de identificar la interrupción del servicio el CDE.
- Se establece un punto de contacto centralizado para gestionar todas las comunicaciones relacionadas con la interrupción.

Identificación de los miembros del equipo BIMCICP afectados

Responsable: Ing. Elían Espín (COORDINADOR BIM)

Acción:

- Identificar todos los miembros del equipo y partes interesadas que utilizan el CDE y que serán afectados por la interrupción.
- Utilizar la lista de distribución de contactos establecida para asegurar que nadie quede fuera de la comunicación.

ROLES	NOMBRE Y APELLIDO	CORREO	CONTACTO
BIM Manager	Arq. Fernando Ullauri	manuel.ullauri@uisek.edu.ec	0969061601
Coordinador BIM	Ing. Elían Espín	elian.espin@uisek.edu.ec	0939007972
Líder Arquitectura	Arq. Eduardo Correa	jose.correa@uisek.edu.ec	0983087983
Líder Estructura	Ing. Elían Espín	elian.espin@uisek.edu.ec	0939007972
Líder MEP	Arq. Osmar López	osmar.lopez@uisek.edu.ec	0999084999
Líder SOSTENIBILIDAD	Arq. Osmar López	osmar.lopez@uisek.edu.ec	0999084999

Tabla 11 Identificación de miembros equipo BIMCICP

Fuente: BIMCICP

Redacción del mensaje de notificación

Responsable: Ing. Elían Espín (COORDINADOR BIM)

Acción:

- Redactar un mensaje de notificación claro y conciso, incluyendo la siguiente información:
 - Descripción del problema.

- Impacto en las operaciones actuales.
- Acciones inmediatas que deben tomar en cuenta los miembros del equipo BIMCICP.
- Pasos que se están realizando para resolver el problema.
- Información de contacto para soporte adicional

Formato de comunicación de interrupción

ASUNTO: Interrupción del servicio del entorno común de datos (CDE)

Estimado equipo BIMCICP,

Hemos identificado una interrupción en nuestro entorno común de datos (CDE), que actualmente está afectando nuestra capacidad para acceder a la información, datos y modelos necesarios para el proyecto del Centro de Interpretación de Pifo. Nos encontramos trabajando activamente con nuestro proveedor para resolver este problema lo antes posible.

Impacto:

- El acceso al CDE está temporalmente no disponible.
- Las operaciones del modelado, coordinación y acceso a datos pueden verse afectadas.

Acciones inmediatas:

- Utilizar versiones locales de los modelos y documentos si están disponibles.
- Evitar cualquier modificación en los archivos hasta nuevo aviso.

Pasos de resolución:

- Hemos contactado al proveedor del CDE y estamos trabajando para restaurar el servicio.
- Proporcionaremos actualizaciones regulares sobre el progreso y el tiempo estimado para la resolución.
- Para soporte adicional, por favor contacte a (Elmer Muñoz) en el correo electrónico (elmer.munoz@uisek.edu.ec).

Agradezco su comprensión y cooperación

Atentamente,

Arq. Fernando Ullauri

BIM MANAGER

Envío del mensaje de notificación

Responsable: Arq. Fernando Ullauri (BIM MANAGER) / Líder de comunicación

Acción:

- Enviar el mensaje de notificación a través de múltiples canales de comunicación para asegurar que todos los miembros del equipo BIMCICP lo reciban:
 - Correo electrónico: Utilizar la lista de distribución de contactos del proyecto.
 - Mensajería instantánea: WhatsApp.
 - Reunión de emergencia: Organizar una videoconferencia o llamada grupal para comunicar la interrupción y los pasos a seguir.

Seguimiento y actualizaciones

Responsable: Ing. Elian Espín (COORDINADOR BIM)

Acción:

- Proveer actualizaciones regulares sobre el estado de la interrupción y los esfuerzos de resolución.
- Utilizar los mismos canales de comunicación para las actualizaciones.

Formato de actualización

ASUNTO: Actualización sobre la interrupción del servicio del entorno común de datos (CDE)

Estimado equipo BIMCICP,

Queremos proporcionar una actualización sobre la interrupción del servicio de CDE. Nuestro proveedor está trabajando activamente en la resolución del problema y hemos recibido la siguiente información.

- El problema ha sido identificado como (descripción del problema).
- El tiempo estimado para la resolución es de (tiempo estimado).

Reiteramos la importancia de utilizar versiones locales de los documentos, datos y modelos hasta nuevo aviso.

Agradecemos su paciencia y comprensión.

Atentamente,

Ing. Elian Espín

COORDINADOR BIM

Resolución y revisión

Responsable: Arq. Fernando Ullauri (BIM MANAGER) / Ing. Elian Espín
(COORDINADOR BIM)

Acción:

- Notificar al equipo cuando el CDE esté nuevamente disponible.
- Realizar una revisión posterior, para evaluar la causa de la interrupción, la efectividad de la respuesta y mejorar los procedimientos futuros.

Formato de notificación de resolución

ASUNTO: Resolución de la interrupción del servicio del entorno común de datos
(CDE)

Estimado equipo BIMCICP,

Nos complace informarles que la interrupción del servicio de CDE ha sido resuelta y el acceso ha sido restaurado. Por favor reinicien sus actividades y asegúrense de sincronizar cualquier trabajo realizado localmente con el CDE.

Agradecemos su paciencia y cooperación durante este tiempo. Realizaremos una revisión completa para mejorar nuestros procesos y evitar futuras interrupciones.

Atentamente,

Arq. Fernando Ullauri

BIM MANAGER

Responsabilidades del BIM Manager en caso de interrupción del CDE

El responsable de coordinar las acciones inmediatas para minimizar el impacto en el trabajo en curso es el BIM MANAGER, esta responsabilidad recae sobre el Arq. Fernando Ullauri.

1. Activar el protocolo de notificación.
 - a. Iniciar el protocolo de notificación inmediatamente después de identificar la interrupción del servicio del CDE.
2. Coordinar la respuesta inmediata.
 - a. Organizar una reunión de emergencia para discutir la interrupción y coordinar las acciones inmediatas.
 - b. Asignar tareas específicas a los miembros del equipo para gestionar la interrupción y minimizar el impacto.
3. Comunicaciones.
 - a. Redactar y enviar las notificaciones iniciales y las actualizaciones regulares a todos los miembros del equipo BIMCICP y partes interesadas.
 - b. Mantener la comunicación abierta y transparente con el equipo y el proveedor del CDE.
4. Supervisar la resolución.
 - a. Monitorear el progreso de la resolución del problema con el proveedor del CDE.
 - b. Asegurarse de que se implementen medidas temporales para continuar con el trabajo en curso de manera eficiente.
5. Documentar el proceso.
 - a. Registrar todas las acciones tomadas y comunicaciones realizadas durante la interrupción.
 - b. Realizar una revisión para evaluar la causa de la interrupción, la efectividad de la respuesta y mejorar los procedimientos futuros.

Alternativas para asegurar la integridad de los datos

Para poder asegurar la integridad de los datos subidos al entorno común de datos (ACC) es importante crear copias de seguridad que respalden la información con la cual estamos trabajando, esto se lo puede hacer a través de diversas plataformas como lo es Google Drive, Dropbox, OneDrive.

Como un punto importante que se debe tomar en cuenta es definir con qué frecuencia se va a generar estas copias de seguridad. Esto dependerá mucho de la integridad del proyecto, es decir, dependerá mucho de la importancia de los datos y el volumen de cambios.

Otra de las importantes alternativas que se puede tomar en consideración es configurar alertas y notificaciones para cambios importantes en los datos y accesos inusuales mediante el uso de los paneles de control y herramientas de reporte de Autodesk Construction Cloud para monitorear la actividad y el uso de datos.

Respaldo de Información

Una de las alternativas que se consideró para enfrentar algún fallo o mantenimiento de la plataforma Autodesk Construction Cloud es llevar todos los archivos, datos, modelos a la nube Google Drive con el fin de poder respaldar la información lo cual tiene acceso el cliente, todos los miembros de la empresa y los stakeholders (tutor).

Una de las desventajas que presenta esta alternativa es que no existe restricción de carpeta, es decir, todos los miembros invitados a la nube tienen la facultad de ver, crear, modificar, eliminar los archivos que se encuentren cargados.

Protocolo para recuperación de datos

Como primer punto que se debe considerar cuando presente algún tipo de problema la plataforma Autodesk Construction Cloud es notificar vía correo al BIM Manager, quien es la persona que está al frente del proyecto para que pueda tomar medidas alternativas y cruciales para el proyecto. Frente a esto el BIM mánager se deberá contactar con soporte técnico de Autodesk para obtener más detalles del problema.

Luego de ello deberá verificar la última actualización de los archivos en la nube de respaldo para poder verificar la integridad de los datos, ya verificada esta información se deberá descargar los archivos para tener un respaldo local de todos los datos.

Como último paso se debe configurar la plataforma de respaldo con la misma estructura del Autodesk Construction Cloud, esto será de vital importancia para poder llevar los datos según los estándares de la empresa. Todos estos datos se recomiendan que sean verificado por todos los integrantes de la empresa para que puedan crear pruebas de integridad y funcionalidad en esta nueva plataforma y así verificar y validar todos los datos recuperados.

Es recomendable realizar un registro de todo lo sucedido y las alternativas tomadas para enfrentar dicho problema a través de una minuta.

Alternativas disponibles para continuar con el trabajo colaborativo

En nuestra empresa, como medida de contingencia frente a posibles fallos en Autodesk Construction Cloud, hemos implementado una carpeta de archivos compartidos en Google Drive. Esta alternativa permite una sincronización regular de los documentos críticos, asegurando su disponibilidad en caso de interrupciones del servicio principal. La estructura de carpetas en Google Drive refleja la organización de nuestros proyectos y los permisos de acceso están configurados para mantener la seguridad e integridad de los datos.

Métodos alternativos para compartir información y archivos entre los miembros del equipo

Nuestros métodos alternativos para compartir la información serán fundamentales para asegurar la continuidad del flujo de trabajo en caso de fallos en Autodesk Construction Cloud. En situaciones donde se requiera un método adicional, se podrá solicitar la información por correo electrónico. Mediante una petición enviada vía correo

electrónico o un mensaje de WhatsApp, los colaboradores podrán asegurar que la información compartida está en la versión más actualizada. Para mantener la coherencia y la precisión en la gestión de datos, los líderes de las diferentes disciplinas deberán compartir los archivos con el coordinador designado. Este coordinador será responsable de recopilar y distribuir los documentos necesarios, asegurándose de que todos los miembros del equipo tengan acceso a la información más reciente. Este proceso replicará las prácticas establecidas en Autodesk Construction Cloud, garantizando que la transición sea lo más fluida posible y que no se pierda información crítica durante cualquier interrupción del servicio principal.

Efectividad del plan de contingencia

Nuestros métodos alternativos para compartir la información serán fundamentales para asegurar la continuidad del flujo de trabajo en caso de fallos en Autodesk Construction Cloud. En situaciones donde se requiera un método adicional, se podrá solicitar la información por correo electrónico. Mediante una petición enviada vía correo electrónico o un mensaje de WhatsApp.

Para garantizar que estas alternativas sean viables y efectivas, se realizan pruebas periódicas como parte de nuestros planes de contingencia. Estas pruebas incluyen simulaciones de fallos en Autodesk Construction Cloud y el uso de métodos alternativos para compartir y recuperar información. Las evaluaciones demostraron que el uso de correo electrónico y mensajes de WhatsApp para solicitudes de información proporciona una solución rápida y eficiente en situaciones de emergencia. Además, el proceso de los líderes de disciplinas compartiendo archivos con el coordinador será el método más efectivo para mantener la coherencia y precisión de los datos, replicando satisfactoriamente el flujo de trabajo de Autodesk Construction Cloud. Estas pruebas

aseguran que nuestro plan de contingencia sea robusto y capaz de mantener la operatividad de nuestros proyectos sin interrupciones significativas.

La comunicación que se dará de la situación a los stakeholders

Esta situación será informada mediante un procedimiento de comunicación con los stakeholders principalmente para mantener tranquilidad de que los datos han sido salvados por el plan de contingencia planeado. De tal manera que se mantenga la transparencia y la confianza en el trabajo colaborativo durante la transición.

Procedimientos de comunicación que están en vigor para informar a los clientes y otros stakeholders

El procedimiento planeado de comunicación con los stakeholders sobre la transición será:

1. **Identificación de los stakeholders.**
2. **Notificaciones clave:** Mensaje convocando a una reunión y el asunto, con un lenguaje directo y conciso que explique la situación y las contingencias a tomar.
3. **Reunión explicativa:** La reunión debe comunicar de forma clara, precisa y detallada la situación y el procedimiento del plan de contingencia a seguir, de tal manera que los stakeholders mantengan la comunicación y colaboración para facilitar la transición. Lo que permitirá la resolución de dudas y preocupaciones de manera inmediata. También se debe informar del impacto que esta situación tendrá para el proyecto.
4. **Entrega de la documentación del Plan de contingencia,** donde se detalle los pasos a seguir. También debe contener las acciones que deben tener los stakeholders para la colaboración de la migración de los datos.
5. **Soporte y contacto:** Se proporcionará un punto de contacto principal asignado al *Coordinador BIM* que permitirá la respuesta inmediata a consultas y preocupaciones
6. **Seguimiento:** Realizar reuniones que permitan informar y actualizar el estado de la transición y el plan de contingencia. También es importante fomentar la retroalimentación de los stakeholders para mejorar el proceso.

CAPACITACIÓN Y SOPORTE

PROGRAMAS DE CAPACITACIONES PARA EL EQUIPO

- Capacitación inicial y continua en herramientas BIM.
- Talleres y seminarios sobre buenas prácticas y normativa ISO19650.

RECURSOS DE SOPORTE Y ASISTENCIA TÉCNICA

- Soporte técnico para herramientas BIM.
- Acceso a documentación y guías de uso.

COMUNICACIÓN Y COLABORACIÓN

PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN

- Reuniones periódicas de coordinación.
- Uso de plataformas colaborativas para la comunicación diaria.

ESTRATEGIAS PARA LA COLABORACIÓN ENTRE LOS

DIFERENTES ACTORES DEL PROYECTO

- Herramientas colaborativas y plataformas en la nube.
- Protocolos claros para el intercambio de información.

ESTRATEGIA DE ENTREGABLES

DEFINICIÓN DE LOS ENTREGABLES FINALES

- Modelos BIM completos y coordinados.
- Informes de análisis y evaluaciones (4D, 5D, 6D)

REQUISITOS DE FORMATO Y CONTENIDO PARA LA ENTREGA

DEL CLIENTE

- Documentación técnica y modelos en formatos requeridos.
- Cumplimiento con las especificaciones del cliente y normativas aplicables.

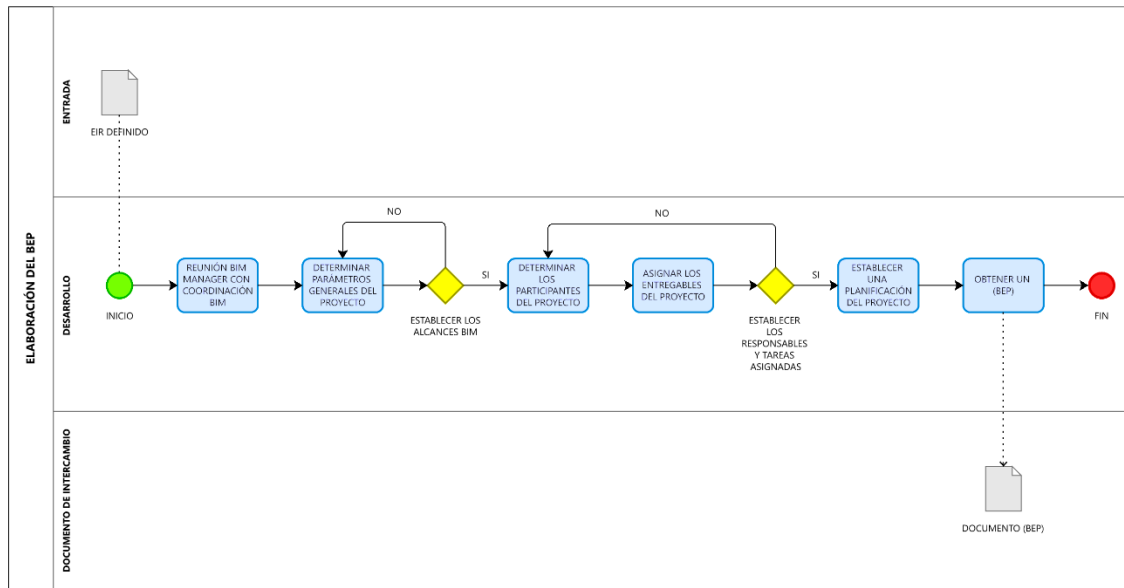


Ilustración 14 Flujo Elaboración del (BEP)

Fuente: BIMCICP

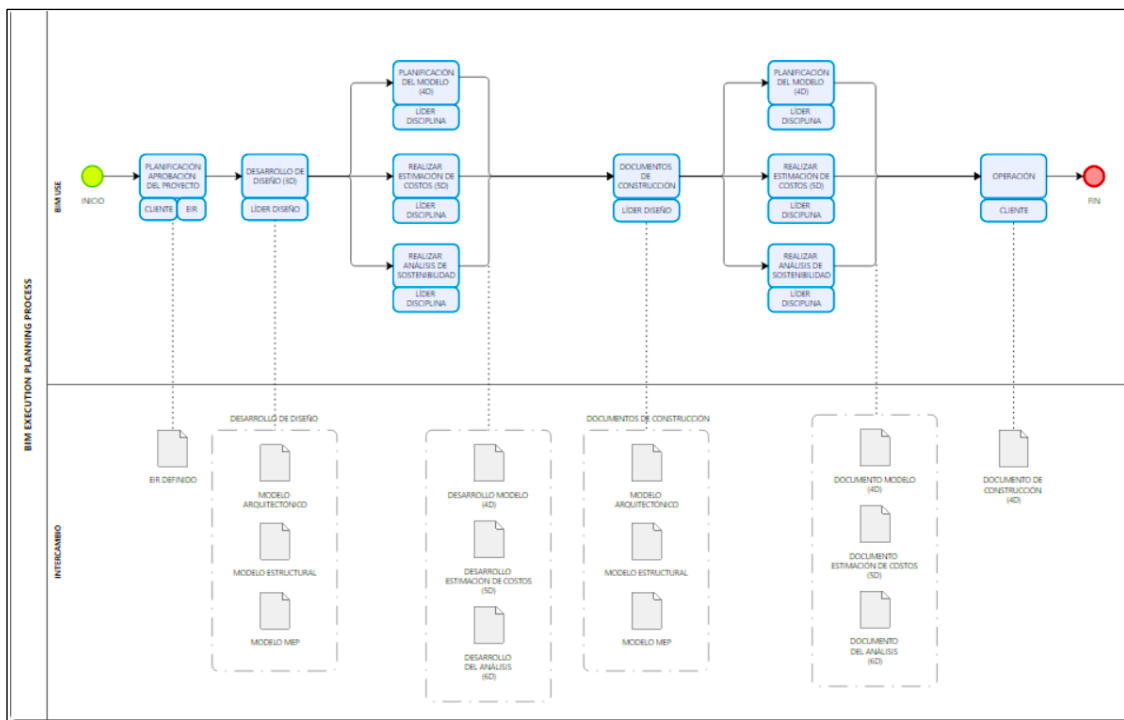


Ilustración 15 Flujo de plan de ejecución BIM (BEP)

Fuente: BIMCICP

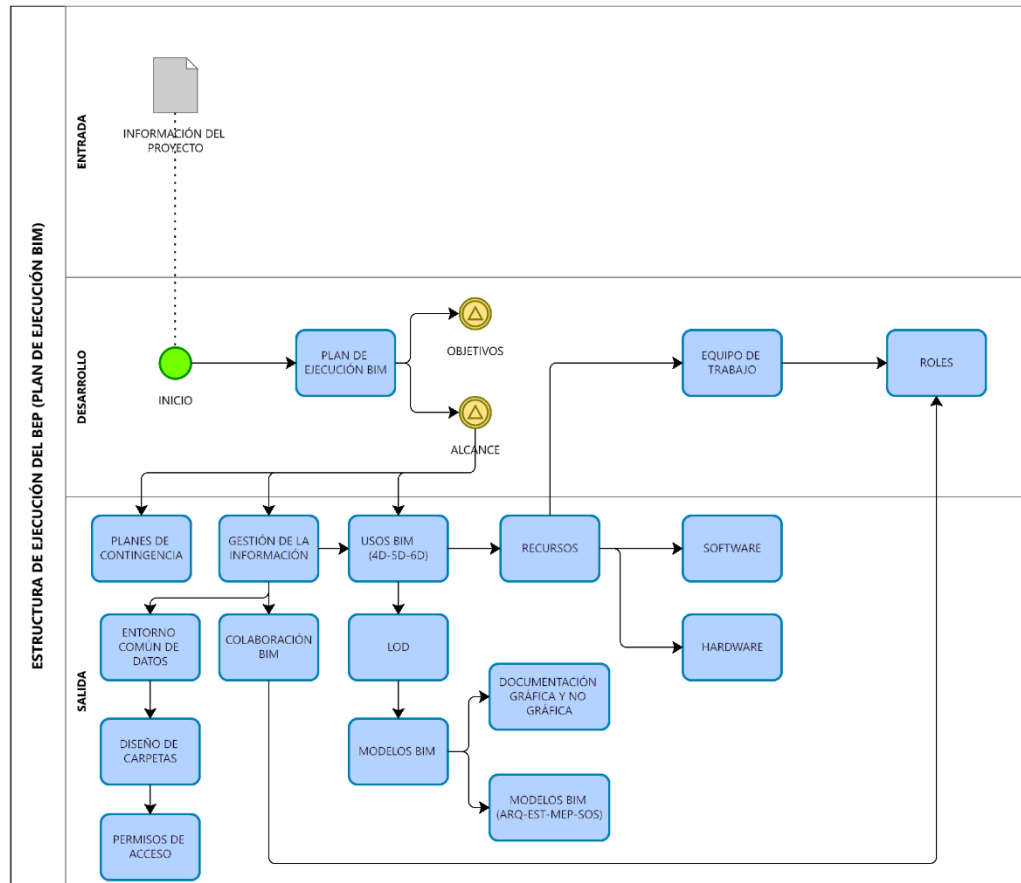


Ilustración 16 Flujo de estructura de ejecución del BEP (PLAN DE EJECUCIÓN BIM)

Fuente: BIMCICP

Capítulo 4: Rol Coordinador BIM

4.1. Descripción del rol

El rol de coordinador BIM es fundamental dentro del equipo de trabajo, el profesional encargado es responsable de apoyar al BIM Manager en la integración de datos, la gestión y coordinación dentro de las fases de desarrollo del proyecto.

Dentro del proyecto Centro de Interpretación Cultural Pifo, el profesional encargado del rol tuvo la responsabilidad de gestionar el entorno común de datos (CDE), realizar revisiones de calidad y control de los datos para una eficiente comunicación al igual se encargó de la comunicación y colaboración entre todos los líderes de las distintas disciplinas.

4.2. Flujo de Información

La coordinación BIM fue indispensable para una correcta comunicación entre el BIM Manager y los líderes tanto de arquitectura, estructura, MEP y Sostenibilidad, es decir, que toda la información otorgada por los líderes se lo hacía al coordinador para transmitirlo al BIM Manager.

En el proyecto Centro de Interpretación Cultural Pifo, se manejó un flujo de comunicación en donde el coordinador era el canal de información entre los líderes de las distintas disciplinas y el BIM Manager. Al igual para cualquier entregable que vaya dirigido al cliente el canal de comunicación entre el cliente y el coordinador era a través del BIM Manager.

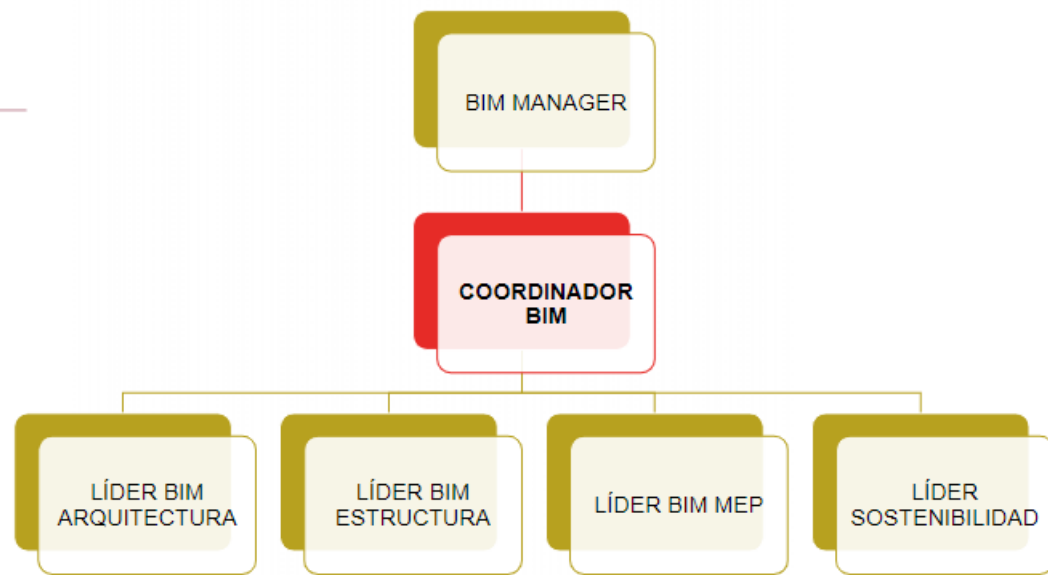


Ilustración 17 Flujo de información del Coordinador BIM.

Fuente: Autor

4.3. Funciones y Responsabilidades

El profesional encargado fue el responsable de que exista una comunicación clara entre todos los miembros del equipo a través de una correcta organización de la información, además tuvo la obligación de asegurar de que el BIM se utilice de una manera adecuada con el fin de probar los requisitos de diseño y los criterios de funcionalidad.

Dentro del proyecto Centro de Interpretación Cultural Pifo, el coordinador trabajó conjuntamente con los líderes de cada disciplina a través de reuniones semanales para poder verificar los avances y la calidad del modelo, lo cual se los documentaba a través de actas de reunión elaboradas por el BIM Manager. Además, es importante aclarar que todas las observaciones y correcciones por parte del Coordinador se lo realizaba mediante incidencias dentro del entorno común de datos (ACC) con el fin de crear un flujo de trabajo colaborativo con el resto del equipo.



Ilustración 18 Responsabilidades Coordinador BIM.

Fuente: Autor

4.3.1. Flujo de trabajo

La correcta implementación BIM dentro del proyecto Centro de Interpretación Cultural Pifo permitió asegurar la calidad del proyecto y la de sus entregables. Esto se logró a través de distintas estrategias establecidas por el coordinador BIM, las cuales se los estableció conjuntamente con el BIM Manager y se las documento en el BEP con el fin de poder llevar un trabajo estandarizado entre cada una de las disciplinas.

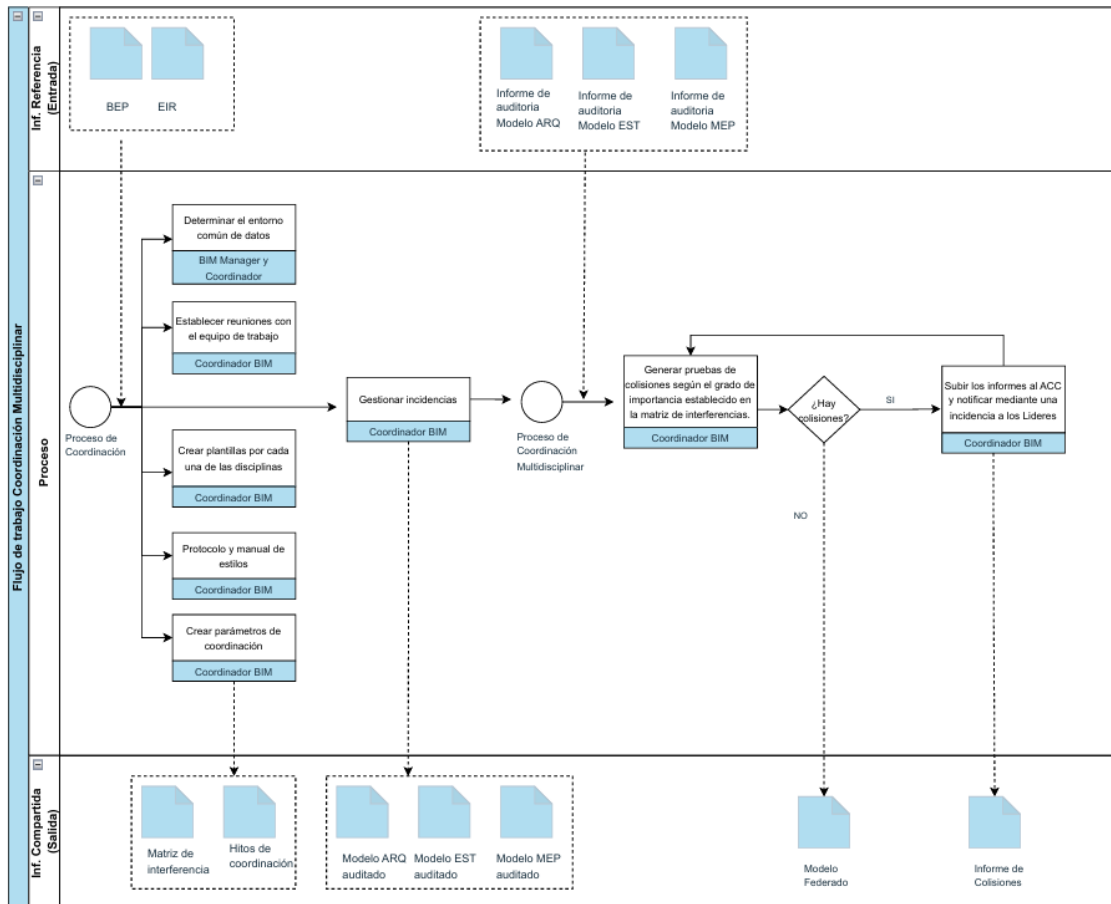


Ilustración 19 Flujo de Coordinación.

Fuente: Autor

Dentro del flujo de trabajo, la coordinación empezó con la entrega del BEP y el EIR donde se estableció los principales requerimientos establecidos por el cliente y acordados con el BIM Manager, donde se especificó el nivel de detalle de cada una de las disciplinas y los principales entregables.

Como primera instancia parte de las actividades que se realizó fue determinar el entorno común de datos (CDE), donde se lo realizó a través de una reunión con el BIM Manager lo cual quedó documentado a través de un acta de reunión. Además, otras actividades que estuvo a cargo el coordinador fueron: establecer reuniones con el equipo de trabajo, crear las plantillas por cada una de las disciplinas, establecer los parámetros de coordinación como lo es la matriz de interferencias y los hitos de coordinación.

4.4. Entorno Común de Datos

La gestión del entorno común de datos (CDE) estuvo a cargo del BIM Manager conjuntamente con el Coordinador, donde a través de una reunión se analizó cada uno de los parámetros que tiene a disposición la plataforma Autodesk Construction Cloud (ACC), además se buscó las mejores estrategias para el flujo de la documentación aplicando los estándares establecidos en la ISO 19650.

Ciertos parámetros que se analizó con el BIM Manager tuvieron mucho que ver la creación de carpetas según la ISO 19650, la asignación de permisos a cada uno de los líderes y la coordinación de datos por parte del encargado del rol. Toda esta información establecida en la reunión quedó documentada en las actas de reunión según se lo estableció en el BEP.

4.4.1. Creación de Carpetas

En cuanto a la creación de carpetas se lo desarrollo según la ISO 19650, donde establece que para gestionar de manera estructurada la información del proyecto, intercambiar datos y documentarlos se lo maneje con 4 carpetas principales las cuales son: WIP o trabajo en progreso, Compartido, Publicado y Archivado.

- a) **WIP (trabajo en progreso).** _ Es un área de trabajo privada, donde cada uno de los líderes a través de las carpetas que se les asigno conjuntamente con el BIM Manager puedan trabajar en el desarrollo del proyecto. Dentro de esta carpeta se alojan todos los archivos RVT, RTE, RFA, PDF, informes de auditoría de cada una de las disciplinas, además, a través de una incidencia generada por el ACC se les notificó a cada uno de los líderes que existirá una carpeta de CONSUMIDO donde el Coordinador o profesional encargado del Rol colocará los modelos necesarios para el desarrollo del proyecto.

- b) **Compartido.** _ La carpeta de compartido se enfoca en colocar archivos que estén disponibles para los involucrados del proyecto, lo cual tiene un acceso controlado dependiendo de los intereses del cliente. Aquí se encomendó colocar los modelos aprobados por el coordinador, es decir, modelos auditados libres de cualquier interferencia o colisión para que mediante incidencia los pueda revisar tanto el BIM Manager como el cliente.
- c) **Publicado.** – Dentro de la carpeta de publicado se almacena los modelos federados, los cuales deberán cumplir con todos los intereses del cliente los cuales están documentados en el BEP. Aquí se encomendó colocar todos los modelos federados de cada una de las disciplinas, los cuales deberán cumplir todos los parámetros y estándares que se estableció en el BEP.
- d) **Archivado.** – Dentro de la carpeta se encomendó colocar todos el histórico del proyecto con el que se ha venido trabajando con el fin de que el cliente lo pueda hacer uso en cualquier requerimiento legal para la etapa de construcción.

4.4.2. Asignación de Permisos

Para la asignación de permisos, esto se lo desarrollo a través de una reunión realizada con el BIM Manager, donde el coordinador estableció todos los intereses necesarios para poder llevar una gestión eficiente en el desarrollo del proyecto según las estrategias que había establecido.

Parte de las estrategias que había planteado fue tener el acceso total a la carpeta de CONSUMIDO por cada una de las disciplinas con el fin de poder realizar un intercambio de información mucho más eficiente a cada uno de los líderes. Además, se planteó la alternativa de tener acceso total a la carpeta de sostenibilidad con el fin de poder dar un seguimiento mucho más riguroso de los avances y sus entregables debido a que es parte de los puntos claves del proyecto.

4.4.3. Intercambio de información

Lo que se buscó dentro de la empresa es llevar la información de una manera mucho más efectiva, evitando generar conflictos con los líderes al no tener la información suficiente para su modelado o que los archivos necesarios no estén actualizados a la fecha. Aquí, fue útil la sugerencia por parte del profesional encargado del rol de coordinación, donde propuso tener el acceso a la carpeta de consumido por cada una de las disciplinas con el fin de poder tener la información actualizada por cada uno de los líderes para evitar retrasos en sus entregas.

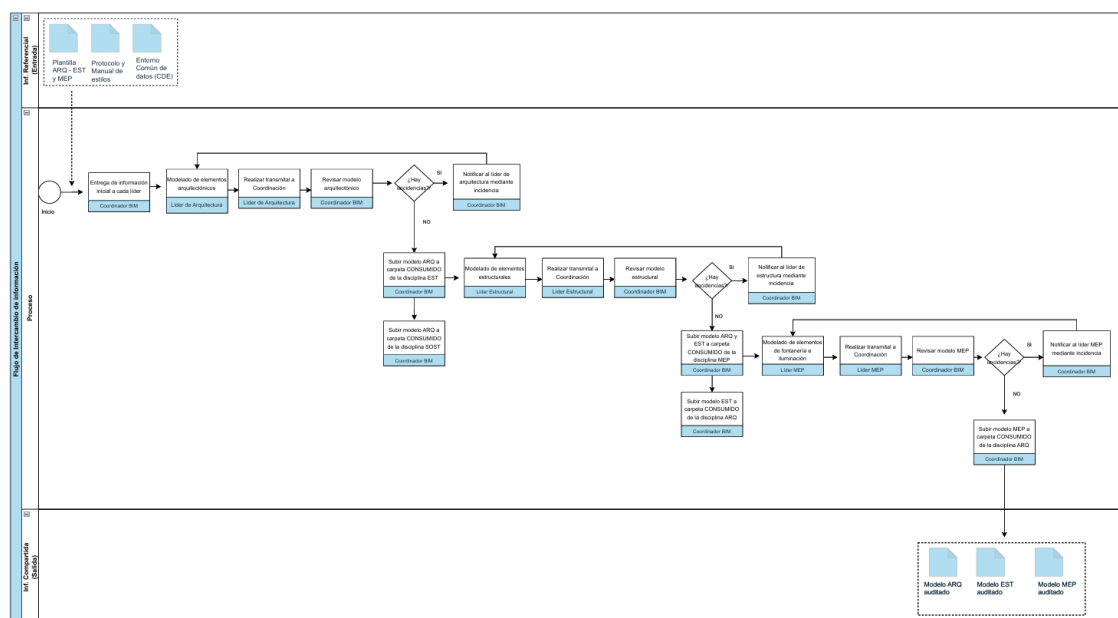


Ilustración 20 Flujo de intercambio de la información.

Fuente: Autor

4.6. Parámetros de Coordinación

Parte de las actividades encomendadas al responsable del rol se lo desarrollo en base a los parámetros establecidos en el EIR y en el BEP que lo fue entregado por el BIM Manager. Aquí, se pudo saber a detalle los principales requerimientos por parte del cliente, lo cual debían estar plasmados en el proyecto.

4.6.1. Protocolo de modelado

El protocolo de modelado si bien es cierto es un documento donde se establece la estructura de los datos del modelo, es decir, se establece la forma de como estos se los debe dividir, organizar e inclusión presentar a los distintos involucrados del proyecto con el fin de poder llevar un correcto flujo de trabajo que asegure que en cada instancia todos los miembros del proyecto cuenten con toda la información actualizada y estandarizada.

Dentro del proyecto Centro de Interpretación Cultural Pifo, el desarrollo del protocolo estuvo a cargo del coordinador, quien lo desarrollo en base a los requerimientos del cliente los cuales fueron acordados con el BIM Manager.

MODELADO DE LA INFORMACIÓN					
SOFTWARE					
0. MODELADO:	REVIT	CORDINACIÓN:	NAVISWORKS	GESTIÓN:	AUTODESK CONSTRUCTION CLOUD
CRITERIOS GENERALES: postura en relación a los siguientes aspectos:					
1. Modelar todos los elementos nivel por nivel y referidos a los niveles arquitectónicos 2. Usar niveles arquitectónicos como referentes 3. Crear un solo modelo por disciplina en un archivo único 4. Usar plantillas de disciplina generadas para iniciar el proyecto 5. Usar nomenclatura en archivos, objetos y planos 6. Definir función estructural de elementos. 7. Limitar el uso de grupos 8. Control de advertencias 9. Purgado de archivos 10. Estrategias de modelado integrado y no integrado por elemento 11. No arrancar el modelo MEP hasta que el arquitectónico y estructural tenga un desarrollo del... "60%" 12. Modelar considerando la gestión del cambio sin sobrestringir el modelo 13. Modelado de acabados no integrado 14. Modelar como se construye 15. Modelar a partir de plantillas por disciplina 16.					
AUDITORÍAS					
16. Criterios de auditorías a modelos					
ESTÁNDARES					
17. Calidad	ISO 19650-1	ISO 19650-2	ISO 19650-3		
Fujos	ISO 19650				
Nomenclaturas	ISO 19650	EN17412	Building Smart		
Información					
Necesaria/Usos					
18. Clasificación	AIA G202	LOD	LOIN	EN17412	

Ilustración 21 Protocolo de Modelado.

Fuente: Autor

Parte de los criterios que se consideró dentro del protocolo fueron los softwares que se iban a utilizar en el proyecto tanto en el tema de modelado como el tema de coordinación, además, se estableció que Autodesk Construction Cloud iba a ser la plataforma donde se desarrollaría la gestión documental entre cada una de las disciplinas.

4.6.2. Manual de estilos

El manual de estilos permite llevar el modelado de una forma mucho más estandarizada entre cada una de las disciplinas, es decir, este documento contiene información clave en cuanto al tipo de texto que se debe manejar en cada modelo, las dimensiones, etiquetas, ejes, plumillas, símbolos, entre otros. Sin embargo, es importante aclarar que la información propuesta en el documento únicamente se lo puede modificar con previa autorización del coordinador, quien es el profesional responsable de cumplir con todos los estándares de la empresa.

Dentro del proyecto Centro de Interpretación Cultural Pifo, los criterios más relevantes que tuvieron mayor importancia fueron el estilo de texto, las dimensiones, las etiquetas, los ejes y símbolos.

Dimensiones		
Número	Vista	Escala
1	Implantacion	1_200
2	Plantas	1_150
3	Alzados	1_200
4	Cortes	1_200
5	3d	1_200
6	Detalles 2d	1_25
7	Detalles 2d	1_50
8	Detalles 3d	1_25
9	Detalles 3d	1_50

Tabla 12 Estilo de dimensiones para el proyecto Centro de Interpretación Cultural Pifo

Fuente: Autor

ETIQUETA			
SIMBOLOGIA			
TIPO	DESCRIPCION		GRAFICO
PLANTA	Texto identificación planta: 9.5 mm Texto Nivel: 5.0 mm Texto "ESCALA": 2.0 mm	BIMCICP_Title_Planta_s-Ref	NPB PLANTA NIVEL +0.00 ESCALA: 1 : 200
CORTE	Texto letra identificación de corte: 9.5 mm Texto "CORTE": 5.0 MM Texto "ESCALA": 2.0 mm	BIMCICP_Title_Box_Corte_c-Referencia	A CORTE ESCALA: 1 : 2000 REF.: AR-001-NPB
DETALLE DE REFERENCIA DE LÁMINA	Texto número de identificación de detalle: 9.5 mm Texto "DETALLE": 5.0 mm Texto "ESCALA": 2.0 mm Texto Llamada a documento de referencia "REF": 2.0 mm	BIMCICP_Title_Box_Detalle_c-Ref	1 DETALLE ESCALA: 1 : 200 REF.: AR-001-NPB
NORTE	Texto Referencia a Lámina: 3 mm		

Tabla 13 Estilo de etiqueta para el proyecto Centro de Interpretación Cultural Pifo.

Fuente: Autor

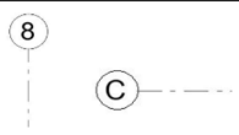
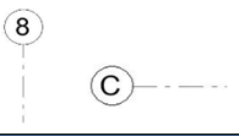
EJES			
SIMBOLOGIA			
TIPO	DESCRIPCION		GRAFICO
GRILLA DE PROYECTO	Arial 5mm - Circulo 5 mm - Patron de línea: Grid Linea	BIMCICP_Grilla_Circulo	
GRILLA PARA EJES	Arial 5mm - Circulo 5 mm - Patron de línea: Grid Linea	BIMCICP_Grilla_Circulo	

Tabla 14 Estilo de ejes para el proyecto Centro de Interpretación Cultural Pifo.

Fuente: Autor

4.6.3. Plantilla por disciplina

En cuanto a las plantillas, se desarrolló por cada una de las disciplinas considerando las condiciones de proyecto, lo que significa que se tomó en consideración la organización del navegador lo cual se lo estructuró en: vistas, tablas, planos. Además, se consideró el estilo de los objetos ya sea en elementos constructivos y de anotación.

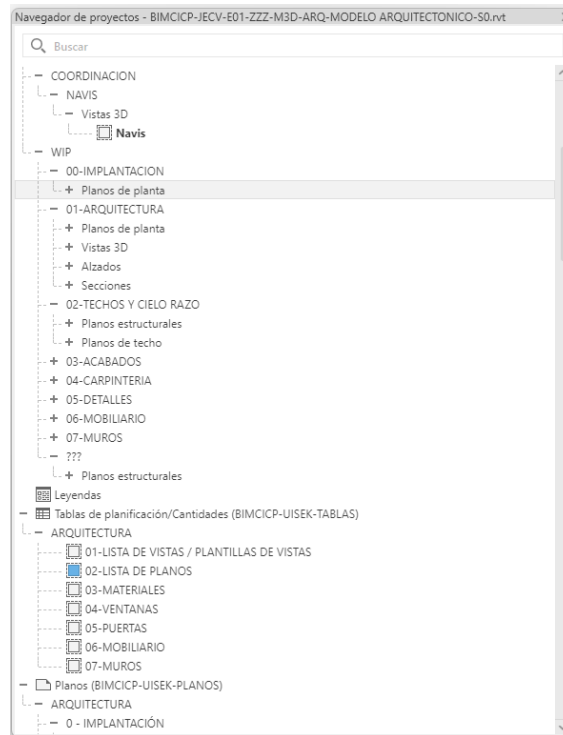


Ilustración 22 Navegador de proyecto de la disciplina de Arquitectura.

Fuente: Autor

Dentro de la disciplina de arquitectura, el navegador de proyecto se lo estructuro en cuatro apartados importantes los cuales fueron: coordinación, WIP, tablas de planificación, planos. En el apartado de coordinación se alojaba una vista en 3D lo cual serviría más adelante para la gestión de colisiones, mientras que en el apartado de trabajo en progreso (WIP) tomando la recomendación de la ISO 19650 se lo estructuro en: implantación, arquitectura, techos y cielo raso, acabados, carpintería, detalles, mobiliario, muros. Todo esto serviría de base para la estructuración de las tablas de planificación y los planos.

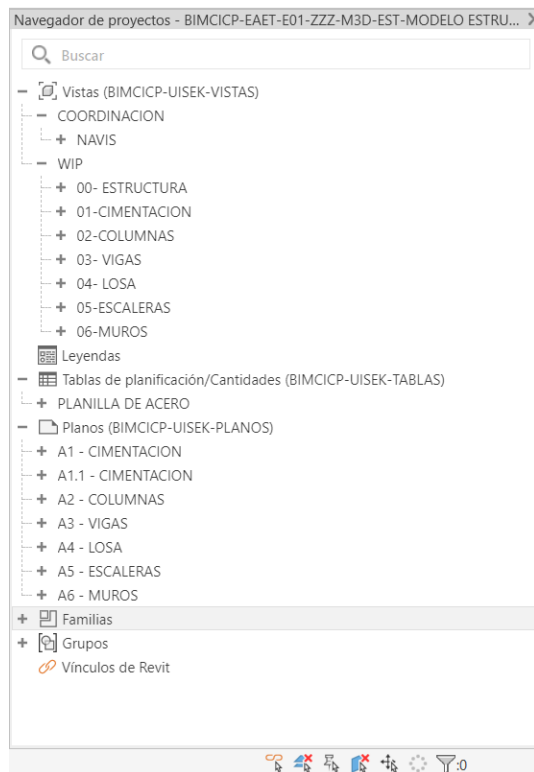


Ilustración 23 Navegador de proyecto de la disciplina de Estructura.

Fuente: Autor

En cuanto a la disciplina de estructura se tomó como referencia la plantilla de arquitectura, es decir, que se lo estructuro de la misma forma en cuatro apartados importantes los cuales fueron: coordinación, trabajo en progreso (WIP), tablas de planificación, planos. En el apartado de coordinación se alojaba una vista en 3D lo cual serviría más adelante para la gestión de colisiones, mientras que en el apartado de trabajo en progreso (WIP) tomando la recomendación de la ISO 19650 se lo estructuro en: estructura, cimentación, columnas, vigas, losa, escaleras, muros. Lo cual en base a estos apartados se desarrollaría las tablas de planificación y planos.

Para el desarrollo de la plantilla MEP se decidió trabajar en dos plantillas diferentes, una plantilla de fontanería y otra plantilla eléctrica. Lo cual se lo estableció de la siguiente forma:

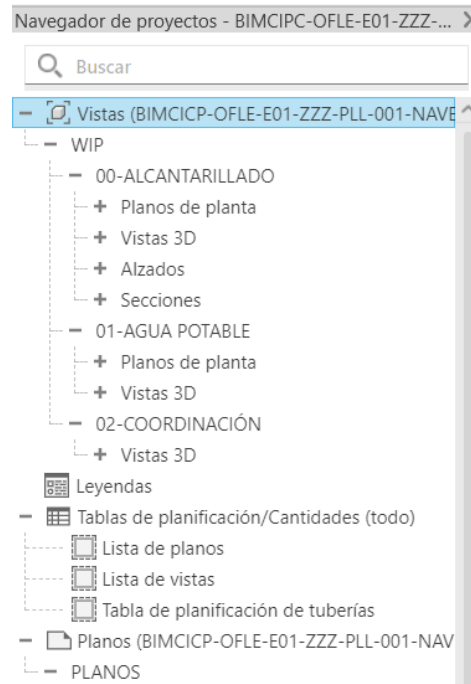


Ilustración 24 Navegador de proyecto modelo MEP – Fontanería.

Fuente: Autor

Para la plantilla de fontanería se lo estructuro según las condiciones del proyecto, donde se lo estableció en cuatro apartados importantes los cuales fueron: coordinación, trabajo en progreso (WIP), tablas de planificación, planos. Dentro de la carpeta de coordinación se alojaba una vista en 3D lo cual serviría más adelante para la gestión de colisiones, mientras que en el apartado de trabajo en progreso (WIP) tomando la recomendación de la ISO 19650 se lo estructuro en: alcantarillado y agua potable. Además, a partir de esta estructura se desarrollaría las tablas de planificación y sus planos respectivos.



Ilustración 25 Navegador de proyecto Modelo MEP - Iluminación.

Fuente: Autor

En cuanto a la plantilla de iluminación se tomó como referencia la plantilla de fontanería, donde se lo estructuró en cuatro apartados importantes los cuales fueron: coordinación, trabajo en progreso (WIP), tablas de planificación, planos. Dentro de la carpeta de coordinación se alojaba una vista en 3D lo cual serviría más adelante para la gestión de colisiones, mientras que en el apartado de trabajo en progreso (WIP) tomando la recomendación de la ISO 19650 se lo estructuró en: iluminación y potencia. Además, a partir de esta estructura se desarrollaría las tablas de planificación y sus planos respectivos.

4.6.4. Matriz de interferencia

La matriz de interferencia si bien es cierto es un recurso muy importante al momento de gestionar colisiones, la cual permite establecer prioridades de coordinación mediante la identificación de cada sistema durante la construcción de un edificio. Estos sistemas se enfocan en los elementos arquitectónicos, estructurales, fontanería e

iluminación. Su jerarquía muestra qué disciplina tiene prioridad según su posición en la fila de la tabla.

Dentro del proyecto se desarrollaron cuatro disciplinas importantes las cuales fueron: arquitectura, estructura, fontanería e iluminación. Estas, se las fue estructurando según el grado de importancia establecido, donde se sabe que la ingeniería estructural es la disciplina que predomina entre la disciplina tanto de arquitectura como de fontanería y de iluminación.

MATRIZ DE CHEQUEOS DE INTERFERENCIAS

		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
		SISTEMAS											
</													

Ilustración 26 Matriz de Interferencia.

Fuente: Autor

4.6.4.1. Lista de pruebas

La lista de pruebas se las genero en base a las combinaciones establecidas en la matriz de interferencias, fue indispensable tener en claro el nivel de prioridad con el

que se iba a desarrollar la gestión de colisiones, debido a que este sería un punto clave al momento de generar las pruebas en el software Navisworks.

Si bien es cierto se sabe que la disciplina de estructuras al estar compuesta por elementos como: cimentación, columnas, vigas, losa y muros estructurales, estos no se los puede mover lo cual llevan la prioridad uno. Sin embargo, elementos como ventanas, puertas, mobiliarios que integran la disciplina de arquitectura llevan la prioridad número dos al ser elementos que con cierta planificación se los puede mover de su sitio. Finalmente, la disciplina de fontanería e iluminación que no generan retrasos en el proyecto y se los puede resolver en obra llevan la prioridad tres.

PRUEBAS DE COORDINACION MULTIDISCIPLINAR

01_ARQ_MUROS EXTERIORES	VS 06-EST-VIGAS DE FUNDACIONES
01_ARQ_MUROS EXTERIORES	VS 07-EST-FUNDACIONES AISLADAS
01_ARQ_MUROS EXTERIORES	VS 08-EST-COLUMNAS
01_ARQ_MUROS EXTERIORES	VS 09-EST-VIGAS
01_ARQ_MUROS EXTERIORES	VS 10-EST-LOSAS
01_ARQ_MUROS EXTERIORES	VS 12-EST-MUROS CONTENCIÓN
02_ARQ_MUROS INCLINADOS	VS 08-EST-COLUMNAS
02_ARQ_MUROS INCLINADOS	VS 09-EST-VIGAS
02_ARQ_MUROS INCLINADOS	VS 10-EST-LOSAS
03_ARQ_MUROS INTERIORES	VS 06-EST-VIGAS DE FUNDACIONES
03_ARQ_MUROS INTERIORES	VS 07-EST-FUNDACIONES AISLADAS
03_ARQ_MUROS INTERIORES	VS 08-EST-COLUMNAS
03_ARQ_MUROS INTERIORES	VS 09-EST-VIGAS
03_ARQ_MUROS INTERIORES	VS 10-EST-LOSAS
03_ARQ_MUROS INTERIORES	VS 12-EST-MUROS CONTENCIÓN
03_ARQ_MUROS INTERIORES	VS 13_MEP_TUBERIA AGUA POTABLE FRIA
03_ARQ_MUROS INTERIORES	VS 14_MEP_TUBERIA AGUA POTABLE CALIENTE
03_ARQ_MUROS INTERIORES	VS 15_MEP_TUBERIAS DESAGUE
10_ARQ_ESCALERAS	VS 09-EST-VIGAS
05_ARQ_ACABOS DE PISOS INTERIORE	VS 10-EST-LOSAS
05_ARQ_ACABOS DE PISOS INTERIORE	VS 15_MEP_TUBERIAS DESAGUE
06_ARQ_ACABOS DE PISOS EXTERIORE	VS 10-EST-LOSAS
06_ARQ_ACABOS DE PISOS EXTERIORE	VS 16_MEP_ILUMINACIÓN
06_ARQ_ACABOS DE PISOS EXTERIORE	VS 17_MEP_DISPOSITIVOS DE ILUMINACION
07_ARQ_CIELO RAZO	VS 09-EST-VIGAS
07_ARQ_CIELO RAZO	VS 10-EST-LOSAS
07_ARQ_CIELO RAZO	VS 16_MEP_ILUMINACIÓN
07_ARQ_CIELO RAZO	VS 17_MEP_DISPOSITIVOS DE ILUMINACION
07_ARQ_CIELO RAZO	VS 18_MEP_ACCESORIOS DE POTENCIA
09_ARQ_VENTANAS	VS 08-EST-COLUMNAS
09_ARQ_VENTANAS	VS 09-EST-VIGAS
10_ARQ_ESCALERAS	VS 08-EST-COLUMNAS
10_ARQ_ESCALERAS	VS 10-EST-LOSAS
12_ARQ_MUROS CORTINA	VS 09-EST-VIGAS
06-EST-VIGAS DE FUNDACIONES	VS 13_MEP_TUBERIA AGUA POTABLE FRIA
06-EST-VIGAS DE FUNDACIONES	VS 14_MEP_TUBERIA AGUA POTABLE CALIENTE
06-EST-VIGAS DE FUNDACIONES	VS 15_MEP_TUBERIAS DESAGUE
07-EST-FUNDACIONES AISLADAS	VS 13_MEP_TUBERIA AGUA POTABLE FRIA
07-EST-FUNDACIONES AISLADAS	VS 14_MEP_TUBERIA AGUA POTABLE CALIENTE
07-EST-FUNDACIONES AISLADAS	VS 15_MEP_TUBERIAS DESAGUE
08-EST-COLUMNAS	VS 13_MEP_TUBERIA AGUA POTABLE FRIA
08-EST-COLUMNAS	VS 14_MEP_TUBERIA AGUA POTABLE CALIENTE
08-EST-COLUMNAS	VS 15_MEP_TUBERIAS DESAGUE
09-EST-VIGAS	VS 13_MEP_TUBERIA AGUA POTABLE FRIA
09-EST-VIGAS	VS 14_MEP_TUBERIA AGUA POTABLE CALIENTE
09-EST-VIGAS	VS 15_MEP_TUBERIAS DESAGUE
10-EST-LOSAS	VS 13_MEP_TUBERIA AGUA POTABLE FRIA
10-EST-LOSAS	VS 14_MEP_TUBERIA AGUA POTABLE CALIENTE
10-EST-LOSAS	VS 15_MEP_TUBERIAS DESAGUE
12-EST-MUROS CONTENCIÓN	VS 13_MEP_TUBERIA AGUA POTABLE FRIA
12-EST-MUROS CONTENCIÓN	VS 14_MEP_TUBERIA AGUA POTABLE CALIENTE
12-EST-MUROS CONTENCIÓN	VS 15_MEP_TUBERIAS DESAGUE

Ilustración 27 Lista de pruebas.

Fuente: Autor

4.6.4.2. Grupos de búsqueda

Para generar los grupos de búsqueda dentro del software Navisworks se tomó como referencia los elementos considerados dentro de la matriz de interferencia por cada una de las disciplinas.

La nomenclatura que se manejó para poder generar estos grupos fue la siguiente:

Número_Disciplina_Elemento

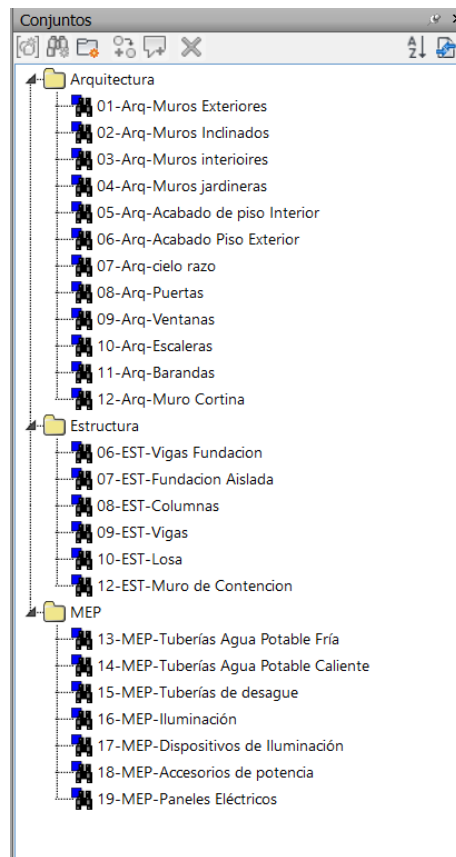


Ilustración 28 Conjuntos de búsqueda.

Fuente: Autor

Cada uno de estos grupos se los fue organizando en carpetas con el nombre de su disciplina. Esto fue necesario para poder crear las pruebas de colisión y poder tener un modelo limpio y libre de cualquier conflicto que podría generar problemas a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

4.6.5. Hitos de coordinación

Para el proyecto Centro de Interpretación Cultural Pifo se desarrolló cinco hitos de coordinación los cuales se los fue desarrollando de la mano con la programación establecida por el BIM Manager, esto fue necesario para poder cumplir con los tiempos de entrega acordados con el cliente.

Para una gestión mucho más eficiente se decidió realizar una coordinación por cada una de las disciplinas de manera separada y luego realizar la coordinación combinando las disciplinas, con el fin de tener un modelo mucho más limpio y que el riesgo de cometer algún error en su etapa de construcción sea mínimo.

HITO de Coordinación	Colocación/Coordinación/Detección	Tiempo/fecha	AVANCE	INFORME
Hito 1	Coordinación de cada una de las disciplinas individualmente Arquitectura, Estructura, MEP. Coordinación de equipos principales, acometidas y salas de máquinas. Coordinar en arquitectura la posición de los elementos más grandes.	25-06-2024	100% COMPLETADO	Coordinación y detallado sobre la relevancia de cada uno de los modelos y sus elementos para la detección de interferencias, ha sido llevada a cabo.
Detección H1	Detección de conflictos de Hito 1	28-06-2024	100% COMPLETADO	La detección de las interferencias fue realizada con éxito y se trabajó en las soluciones.
Hito 2	Coordinación entre elementos de disciplinas Arquitectura-Estructura. Muros, ventanas, cielorrasos, pisos, puertas, escaleras, ascensores VS Losas, Columnas, Vigas, Viguetas, Cadenas.	14-07-2024	100% COMPLETADO	Coordinación entre los elementos más grandes y relevantes que representen una colisión importante, entre arquitectura y estructura.
Hito 3	Espacio para instalación de ductos de desague, e instalaciones y cuadros eléctricos	21-07-2024	100% COMPLETADO	Establecer las ubicaciones en donde se instalarán y pasarán los elementos.
Hito 4	Coordinación entre disciplinas Estructura-MEP y Arquitectura -MEP	25-07-2024	100% COMPLETADO	Coordinación entre los elementos más grandes y relevantes MEP, entre arquitectura y estructura.
Detección H234	Detección de Hitos 2,3,4.	28-07-2024	100% COMPLETADO	Detección fue realizada con éxito y se trabaja en las soluciones de las interferencias.
Hito 5	Modelado de conducciones de instalaciones	29-07-2024	100% COMPLETADO	Proceso de las modelaciones completado
Detección H5	Detección de Hito 5. Detección de conflictos completa Arquitectura, estructura y MEP.	06-08-2024	100%	La detección y análisis de interferencias de los modelos de las diferentes disciplinas al 100% completados y corregidos se ha llevado a cabo.

Tabla 15 Hitos de coordinación.

Fuente: Autor

En la tabla 11 se puede observar cómo se fue desarrollando cada hito y las fechas de entrega que se estableció, esto fue necesario para poder ajustar los tiempos de entrega y ajustarse a las condiciones que se estableció con el cliente.

4.5. Auditoria de modelo por disciplina

El tener el modelo auditado es prueba de que el proyecto está limpio, es decir, un proyecto libre de cualquier duplicidad de algún elemento modelado lo cual podría generar volumetrías duplicadas, además verifica que el modelo este resulto de todos los avisos generados.

En esta ocasión para el proyecto Centro de Interpretación Cultural Pifo se estableció que el plugin con el que se trabajaría para conocer el estado del modelo es Model Checker lo cual es un complemento de Revit que permite a los usuarios ejecutar automáticamente comprobaciones de reglas en el modelo y muestra instantáneamente los resultados con errores.

4.5.1. Modelo Arquitectónico

El entregar un modelo arquitectónico limpio, libre de cualquier error generado durante el proceso de modelado fue parte de los entregables establecidos en cada uno de los contratos de los líderes en la empresa.

4.5.1.1. Model Checker

Se verificó que la regla para realizar la verificación del modelo con el plugin Model Checker sea: “Revit 2024 Best Practices”, esto con el fin de poder estandarizar el proceso de revisión y evitar conflictos con las demás disciplinas. Sin embargo, se dejó en claro que no se podía aprobar el modelo sin que este no cumpla al 100% en su informe de verificación.

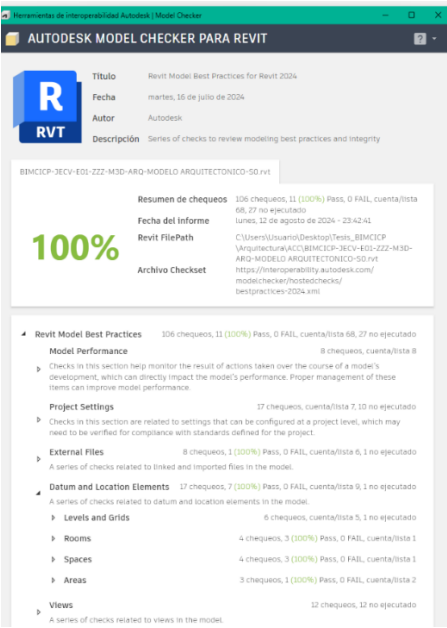


Ilustración 29 Informe verificador de modelo arquitectónico.

Fuente: Autor

Durante el proceso de verificación se considera ciertos puntos importantes los cuales se lo podía modificar dependiendo las condiciones del proyecto y con previo acuerdo y aprobación del coordinador.

Dentro del proyecto Centro de Interpretación Cultural Pifo se decidió considerar los siguientes ítems tales como: *Model Performance*, *Project Settings*, *External files*, *Datum and Location Elements*, *Views*, *Model Elements*, *Annotative Elements*. Esto fue indispensable para asegurar el estado del proyecto.

4.5.2. Modelo Estructural

Para el líder de estructuras las condiciones fueron similares al resto de disciplinas, es decir, entregar un modelo estructural limpio, libre de cualquier error generado durante el proceso de modelado, esto fue parte de los entregables establecidos en el contrato con la empresa.

4.5.2.1. Model Checker

Del mismo modo se verificó que la regla para realizar la verificación del modelo con el plugin Model Checker sea: “Revit 2024 Best Practices” esto con el fin de poder estandarizar el proceso de revisión y evitar conflictos con las demás disciplinas. Además, se dejó en claro que no se podía aprobar el modelo sin que este no cumpla al 100% en su informe de verificación.

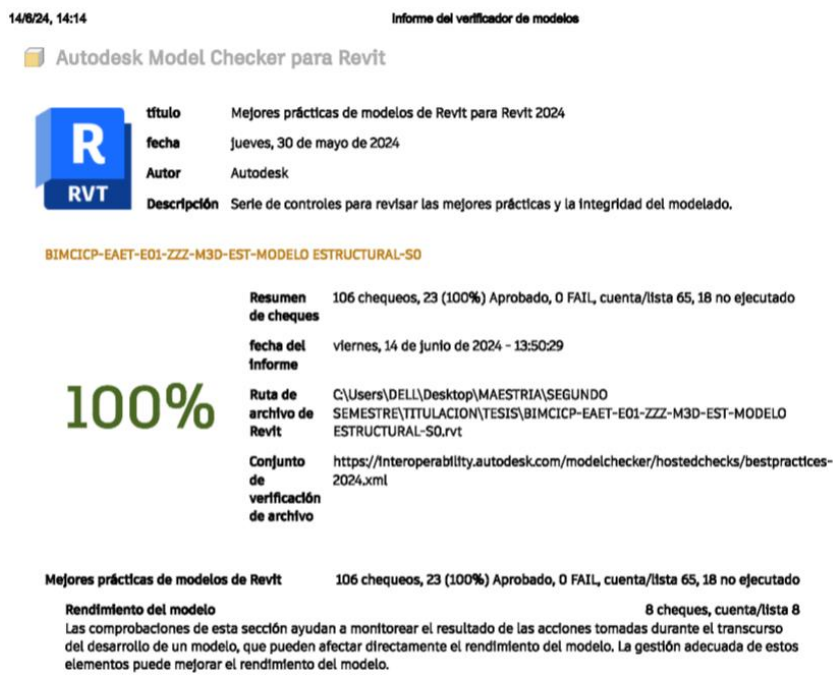


Ilustración 30 Informe verificador de modelo estructural.

Fuente: Autor

Similar a la disciplina anterior, se revisó en el modelo estructural que los ítems a considerar para la verificación del modelo sean los siguientes: *Model Performance*, *Project Settings*, *External files*, *Datum and Location Elements*, *Views*, *Model Elements*, *Annotative Elements*. Esto fue indispensable para asegurar el estado del proyecto.

4.5.3. Modelo MEP

Para el líder de MEP las condiciones fueron similares, pero con la diferencia que aquí se trabajó en dos modelos distintos, uno para fontanería y otro para eléctrico los cuales estos se los debía entregar libres de cualquier error generado durante el proceso de modelado, esto fue parte de los entregables establecidos en el contrato con la empresa.

4.5.3.1. Model Checker

Del mismo modo se verificó que la regla para realizar la verificación del modelo con el plugin Model Checker sea: “Revit 2024 Best Practices” esto con el fin de poder estandarizar el proceso de revisión y evitar conflictos con las demás disciplinas.

Además, se dejó en claro que no se podía aprobar el modelo sin que este no cumpla al 100% en su informe de verificación.

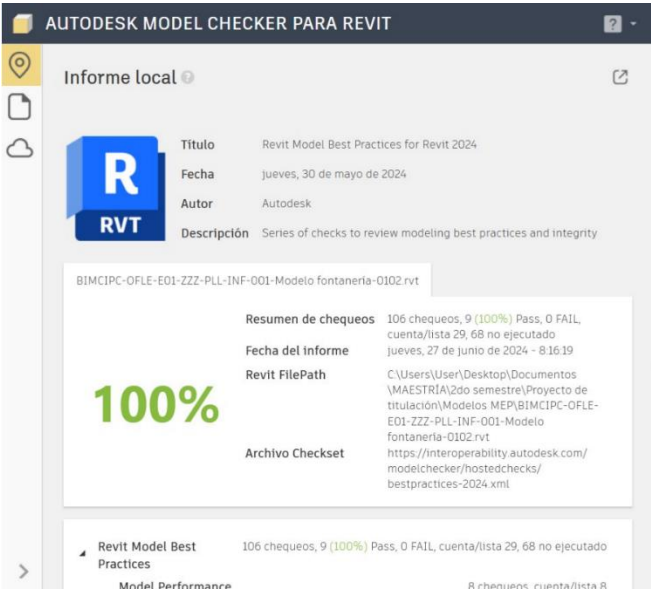


Ilustración 31 Informe verificador de modelo MEP – Fontanería.

Fuente: Autor

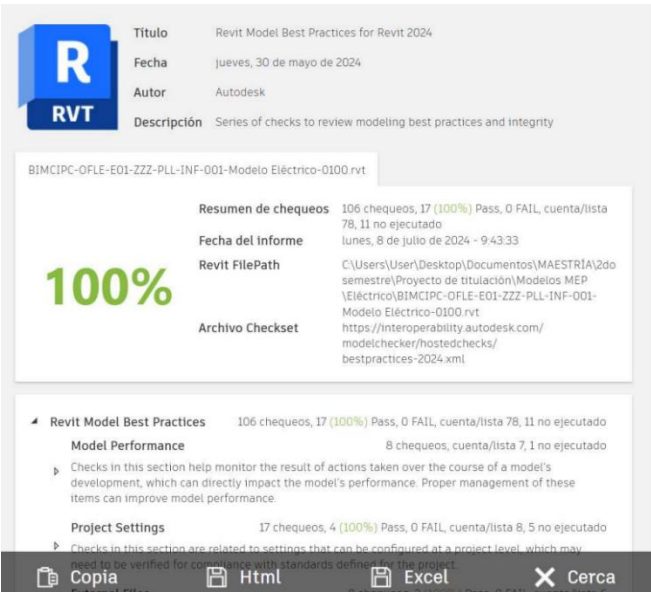


Ilustración 32 Informe verificador de modelo MEP – Iluminación.

Fuente: Autor

4.6. Coordinación Multidisciplinar

La coordinación multidisciplinar entre disciplinas fue el punto clave del proyecto, ya que nos permitió identificar la cantidad de conflictos que se generó al combinar cada disciplina, esto con el objetivo de evitar imprevistos de obra ya en su etapa constructiva.

En el proyecto Centro de Interpretación Cultural Pifo se desarrolló un flujo de trabajo lo cual serviría de mucho para asegurar la correcta gestión de los conflictos.

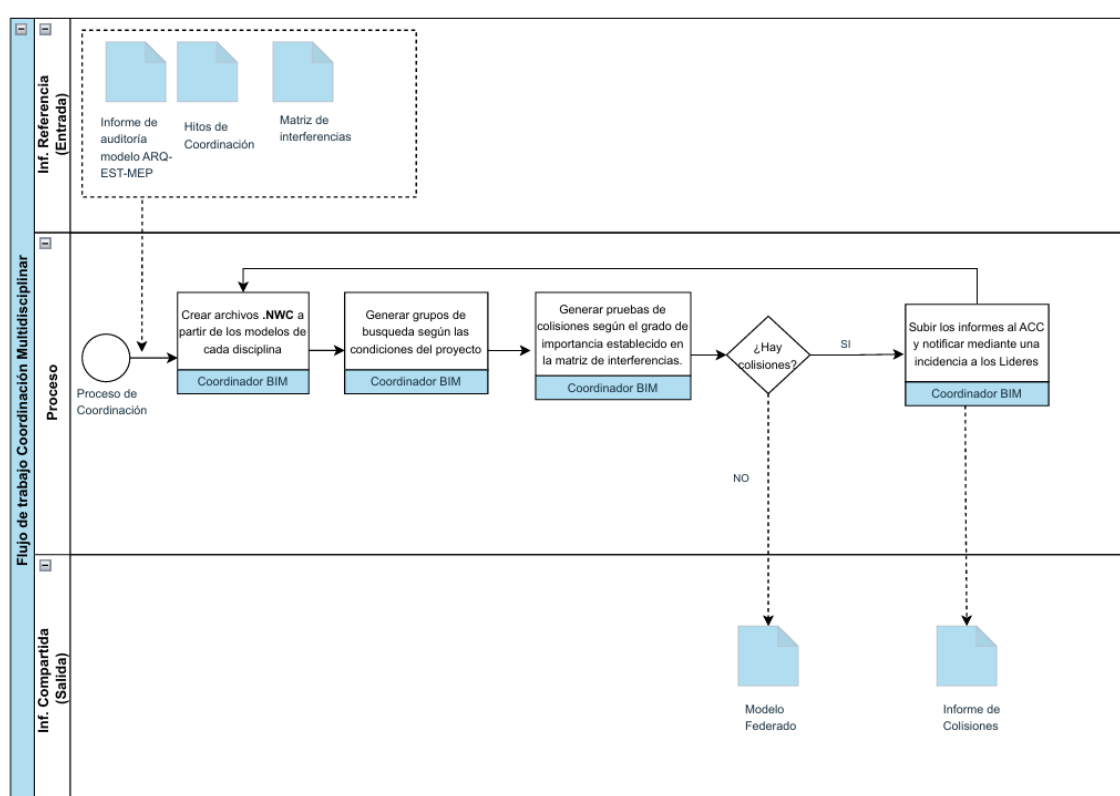


Ilustración 33 Flujo Coordinación Multidisciplinar.

Fuente: Autor

Para poder dar paso a una coordinación multidisciplinar y asegurar la interoperabilidad entre disciplinas lo que primero se hizo es tener los archivos de referencia los cuales en el capítulo anterior se explica como fue el proceso para poder obtenerlos, estos son: los informes de auditoría de los modelos tanto arquitectónico, estructural, MEP, la matriz de interferencias y los hitos de coordinación.

4.6.1. Informe de interferencias modelo arquitectónico

Para poder aprobar el modelo y dar paso a la coordinación multidisciplinar, el líder de arquitectura como parte de sus entregables entrego a coordinación el informe de resolución de conflictos que se lo obtiene luego de realizar una coordinación disciplinar del modelo, lo cual la herramienta que se estableció en el protocolo de modelado para coordinación es Navisworks perteneciente a la familia de Autodesk.



The screenshot shows the 'Clash Detective' application window. The title bar reads 'Clash Detective'. The main window displays a table of conflicts under the heading '(02)_02_ARQ_Muros Inclinaados vs 03_ARQ_Muros Interiores'. The status bar indicates 'Última ejecución: Lunes, 29 de julio de 2024 14:53:18' and 'Conflictos: Total: 16 (abiertos: 0 cerrados: 16)'. The table has columns for 'Nombre', 'Estado', 'Confli...', 'Nuevo', 'Activo', 'Revisado', 'Aprobado', and 'Resuelto'. The data rows show various conflict types, all with a status of 'Terminado' and zero active conflicts.

Nombre	Estado	Confli...	Nuevo	Activo	Revisado	Aprobado	Resuelto
(02)_01_ARQ_Muros Exteriores vs 09_ARQ_Ventanas	Terminado	0	0	0	0	0	0
(02)_02_ARQ_Muros Inclinaados vs 03_ARQ_Muros Interio	Terminado	16	0	0	0	0	16
(02)_02_ARQ_Muros Inclinaados vs 05_ARQ_Acabados de	Terminado	1	0	0	0	0	1
(02)_02_ARQ_Muros Inclinaados vs 07_ARQ_Cielo Razo	Terminado	1	0	0	0	0	1
(02)_02_ARQ_Muros Inclinaados vs 08_ARQ_Puertas	Terminado	0	0	0	0	0	0

Buttons at the bottom: Añadir prueba, Restablecer todo, Compactar todo, Suprimir todo, Actualizar todo.

Ilustración 34 Informe de interferencias modelo arquitectónico.

Fuente: Autor

Lo que se verifico en el informe entregado por el líder arquitectónico es que todos los conflictos hayan sido resueltos en su totalidad según su nivel de prioridad establecido en la matriz de interferencias o en casos especiales estos hayan sido aprobados bajo supervisión de coordinación.

4.6.2. Informe de interferencias modelo estructural

Para poder aprobar el modelo y dar paso a la coordinación multidisciplinar, el líder estructural como parte de sus entregables entrego a coordinación el informe de resolución de conflictos que se lo obtiene luego de realizar una coordinación disciplinar del modelo, lo cual la herramienta que se estableció en el protocolo de modelado para coordinación es Navisworks perteneciente a la familia de Autodesk.

^ (1) 08-EST-Columnas vs 10-EST-Losa Última ejecución: miércoles, 24 de julio de 2024 13:58:38
Conflictos: Total: 78 (abiertos: 0 cerrados: 78)

Nombre	Estado	Confli...	Nuevo	Activo	Revisado	Aprobado	Resuelto
(1) 07-EST-Vigas Fundacion vs 12-EST-Muro de Contenci	Terminado	25	0	0	0	0	25
(1) 08-EST-Columnas vs 09-EST-Vigas	Terminado	27	0	0	0	3	24
(1) 08-EST-Columnas vs 10-EST-Losa	Terminado	78	0	0	0	54	24
(1) 08-EST-Columnas vs 12-EST-Muro de Contencion	Terminado	0	0	0	0	0	0
(1) 09-EST-Vigas vs 10-EST-Losa	Terminado	0	0	0	0	0	0

Añadir prueba
 Restablecer todo
 Compactar todo
 Suprimir todo
 Actualizar todo

Ilustración 35 Informe de interferencias modelo estructural.

Fuente: Autor

Al igual que las demás disciplinas se verificó que en el informe entregado por el líder estructural los conflictos hayan sido resueltos en su totalidad según su nivel de prioridad establecido en la matriz de interferencias o en casos especiales estos hayan sido aprobados bajo supervisión de coordinación.

4.6.3. Informe de interferencias modelo MEP

Para poder aprobar el modelo y dar paso a la coordinación multidisciplinar, el líder MEP como parte de sus entregables entrego a coordinación el informe de resolución de conflictos que se lo obtiene luego de realizar una coordinación disciplinar del modelo tanto de fontanería como eléctrico, lo cual la herramienta que se estableció en el protocolo de modelado para coordinación es Navisworks perteneciente a la familia de Autodesk.

Clash Detective

^ 15_MEP_Tuberías de desagüe VS 14_MEP_Tuberías Agua Potable fría Y 13_MEP_Tuberías Agua Potable Fría
Conflictos: Total: 0 (abiertos: 0 cerrados: 0)

Nombre	Estado	Confli...	Nuevo	Activo	Revisado	Aprobado	Resuelto
14_MEP_Tuberías Agua Po	Terminado	0	0	0	0	0	0
15_MEP_Tuberías de desag	Terminado	0	0	0	0	0	0

Añadir prueba
 Restablecer todo
 Compactar todo
 Suprimir todo
 Actualizar todo

Reglas Selección Resultados Informe

Ilustración 36 Informe de interferencias modelo MEP - Fontanería.

Fuente: Autor

Clash Detective

17_MEP_Dispositivos de Iluminación VS 19_MEP _Paneles Eléctricos última ejecución: jueves, 11 de julio de 2024 19:51:33

Conflictos: Total: 0 (abiertos: 0 cerrados: 0)

	Nombre	Estado	Confli...	Nuevo	Activo	Revisa
	17_MEP_Dispositivos de Iluminación VS 18_MEP_Accesorios de potencia	Terminado	0	0	0	0
	18_MEP_Accesorios de potencia VS 19_MEP _Paneles Eléctricos	Terminado	0	0	0	0
	16_MEP_Iluminación VS 18_MEP_Accesorios de potencia	Terminado	0	0	0	0
	17_MEP_Dispositivos de Iluminación VS 19_MEP _Paneles Eléctricos	Terminado	0	0	0	0

Añadir prueba

Restablecer todo

Compactar todo

Suprimir todo

Actualizar todo

Reglas

Seleccionar

Resultados

Informe

Ilustración 37 Informe de interferencias modelo MEP - Iluminación.

Fuente: Autor

En el caso de la disciplina MEP no se generó ningún conflicto según el informe entregado por el profesional encargado del rol lo cual se procedió a verificar si existía alguna duplicidad entre los elementos para poder aprobar el modelo y dar paso a una coordinación multidisciplinar.

4.6.4. Resolución de Hitos

Como parte de los entregables del coordinador fue desarrollar los hitos de coordinación lo cual en el capítulo anterior se explica a detalle cómo se lo desarrollo.

En el proyecto Centro de Interpretación Cultural Pifo el Hito 1 se enfocaba en realizar una coordinación de las disciplinas de manera individual, esto nos permitiría asegurar el correcto estado del proyecto en sus tres disciplinas, arquitectura, estructura, MEP.

HITO de Coordinación	Colocación/Coordinación/Detección	Tiempo/fecha	AVANCE	INFORME
Hito 1	Coordinación de cada una de las disciplinas individualmente Arquitectura, Estructura, MEP. Coordinación de equipos principales, acometidas y salas de máquinas. Coordinar en arquitectura la posición de los elementos más grandes.	25-06-2024	100% COMPLETADO	Coordinación y detallado sobre la relevancia de cada uno de los modelos y sus elementos para la detección de interferencias, ha sido llevada a cabo.
Detección H1	Detección de conflictos de Hito 1	28-06-2024	100% COMPLETADO	La detección de las interferencias fue realizada con éxito y se trabajó en las soluciones pertinentes.

Tabla 16 Hito 1 de coordinación y detección de Hito.

Fuente: Autor

En la parte arquitectónica se identificó que uno de los conflictos más relevantes que podría generar inconsistencias en el conteo volumétrico es los muros arquitectónicos vs el cielo raso, lo cual se verificó que todos estos conflictos estén resueltos en su totalidad.

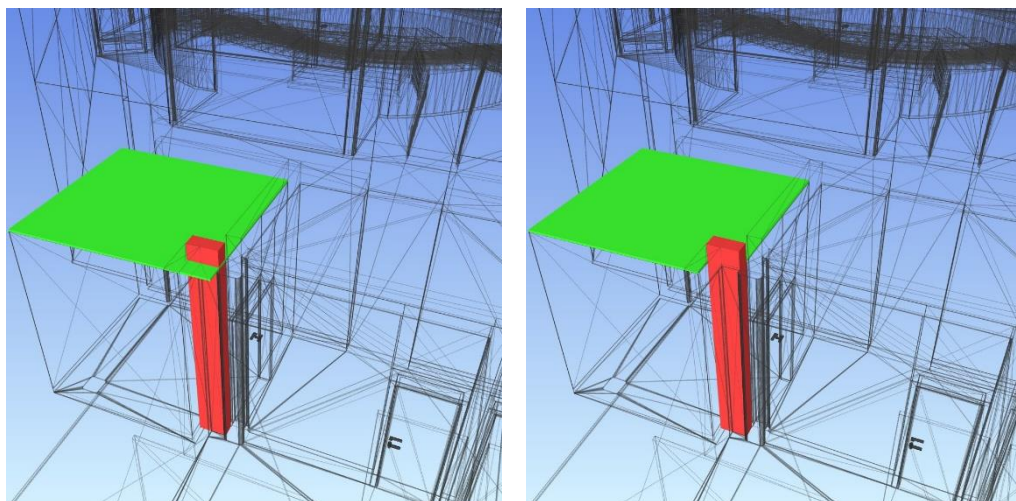


Ilustración 38 Interferencia muro arquitectónico vs cielo Razo.

Fuente: Autor

Del mismo modo para la parte estructural se identificó que uno de los conflictos más relevantes que podría generar problemas ya en su etapa constructiva al elevar los costos por inconsistencias en el conteo volumétrico es las columnas vs las vigas, lo cual se verificó que estén resueltos en su totalidad.

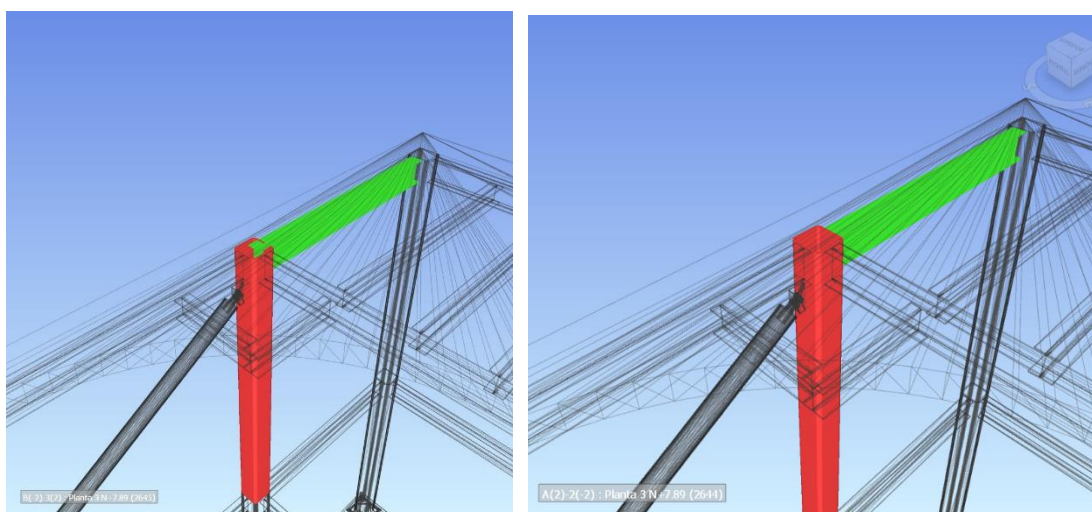


Ilustración 39 Interferencia columnas vs vigas.

Fuente: Autor

En el caso de la disciplina MEP, este no generó ningún conflicto por lo que se aprobó el modelo en su totalidad.

Para el Hito 2, aquí lo que se busco es realizar una coordinación entre las disciplinas de mayor relevancia, es decir, comparar los elementos que podrían generar conflicto tanto de la disciplina de arquitectura como la de estructura.

HITO de Coordinación	Colocación/Coordinación/Detección	Tiempo/fecha	AVANCE	INFORME
Hito 2	Coordinación entre elementos de disciplinas Arquitectura-Estructura. Muros, ventanas, cielorrasos, pisos, puertas, escaleras, ascensores VS Losas, Columnas, Vigas, Viguetas, Cadenas.	14-07-2024	100% COMPLETADO	Coordinación entre los elementos más grandes y relevantes que representen una colisión importante, entre arquitectura y estructura.

Tabla 17 Hito 2 de coordinación.

Fuente: Autor

Al generar las pruebas de colisión según lo establece la matriz de interferencias se logró identificar una serie de conflictos, estos se los fue revisando con el objetivo de realizar la respectiva asignación del conflicto a cada uno de los lideres tomando en consideración el nivel de prioridad. Además, parte de esos conflictos se tomó la decisión de aprobarlos, debido a que no eran objeto de que influyera en la planificación de obra o incluso afectara en su etapa constructiva.

El informe generado en Navisworks se los envió a cada uno de los lideres a través de un transmital en el Autodesk Construction Cloud, con el fin de que puedan resolverlos y del mismo se pueda hacer una segunda corrida en el programa para verificar que todo esté resuelto.

Clash Detective

(1) 03-Arq-Muros Interiores vs 09-EST-Vigas

Última ejecución: Lunes, 29 de julio de 2024 15:26:19

Conflictos: Total: 162 (abiertos: 0 cerrados: 162)

Nombre	Estado	Confli...	Nuevo	Activo	Revisado	Aprobado	Resuelto
(1) 01-Arq-Muros Exterior vs 06-EST-Vigas Fundacion	Terminado	8	0	0	0	0	8
(1) 01-Arq-Muros Exterior vs 07-EST-Fundacion Aislada	Terminado	29	0	0	0	0	29
(1) 01-Arq-Muros Exterior vs 08-EST-Columnas	Terminado	4	0	0	0	0	4
(1) 01-Arq-Muros Exterior vs 09-EST-Vigas	Terminado	25	0	0	0	0	25
(1) 01-Arq-Muros Exterior vs 10-EST-Losa	Terminado	27	0	0	0	0	27
(1) 02-Arq-Muros Indinado vs 08-EST-Columnas	Terminado	13	0	0	0	13	0
(1) 02-Arq-Muros Indinado vs 09-EST-Vigas	Terminado	3	0	0	0	3	0
(1) 02-Arq-Muros Indinado vs 10-EST-Losa	Terminado	3	0	0	0	3	0
(1) 03-Arq-Muros Interiores vs 06-EST-Vigas Fundacion	Terminado	2	0	0	0	1	1
(1) 03-Arq-Muros Interiores vs 07-EST-Fundacion Aislada	Terminado	5	0	0	0	0	5
(1) 03-Arq-Muros Interiores vs 08-EST-Columnas	Terminado	62	0	0	0	0	62
(1) 03-Arq-Muros Interiores vs 09-EST-Vigas	Terminado	162	0	0	0	1	161
(1) 03-Arq-Muros Interiores vs 10-EST-Losa	Terminado	12	0	1	0	0	11

Añadir prueba

Restablecer todo

Compactar todo

Suprimir todo

Actualizar todo

Ilustración 40 Informe de interferencias arquitectura vs estructura.

Fuente: Autor

En la ilustración 38 se puede observar todos los conflictos que se generó al hacer las pruebas con el “Clash Detective” de Navisworks Manage, los cuales parte de ellos se los aprobó como se lo mencionó anteriormente y lo demás fue resuelto por los lideres según corresponda.

Lo que confiere para el Hito 3, aquí se buscó establecer la ubicación donde se instalaran y pasaran los elementos tanto de fontanería como el de iluminación con el fin de evitar que estos atravesen algún elemento de gran importancia.

Para el Hito 4, se enfocó en realizar una coordinación entre las disciplinas de mayor relevancia, es decir, las disciplinas tanto de arquitectura como estructura para evitar conflicto a futuro.

HITO de Coordinación	Colocación/Coordinación/Detección	Tiempo/fecha	AVANCE	INFORME
Hito 3	Espacio para instalación de ductos de desagüe, e instalaciones y cuadros eléctricos	21-07-2024	100% COMPLETADO	Establecer las ubicaciones en donde se instalarán y pasaran los elementos
Hito 4	Coordinación entre disciplinas Estructura-MEP y Arquitectura -MEP	25-07-2024	100% COMPLETADO	Coordinación entre los elementos más grandes y relevantes MEP, entre arquitectura y estructura.

Tabla 18 Hitos 3 y 4 de coordinación.

Fuente: Autor

Al generar las pruebas de colisión según lo establece la matriz de interferencias se logró identificar una serie de conflictos, estos se los fue revisando con el objetivo de realizar la respectiva asignación del conflicto a cada uno de los lideres tomando en consideración el nivel de prioridad. Además, parte de esos conflictos se tomó la decisión de aprobarlos, debido a que no eran objeto de que influyera en la planificación de obra o incluso afectara en su etapa constructiva.

El informe generado en Navisworks se los envió a cada uno de los lideres a través de un transmittal en el Autodesk Construction Cloud, con el fin de que puedan resolverlos y del mismo se pueda hacer una segunda corrida en el programa para verificar que todo esté resuelto.

^ (2) 06-EST-Vigas Fundacion vs 15-MEP-Tuberia de desagüe Última ejecución: Lunes, 29 de julio de 2024 15:26:20

Conflictos: Total: 20 (abiertos: 0 cerrados: 20)

Nombre	Estado	Confli...	Nuevo	Activo	Revisado	Aprobado	Resuelto
(2) 06-EST-Vigas Fundacion vs 15-MEP-Tuberia de desag	Terminado	20	0	0	0	0	20
(2) 07-EST-Fundacion Aislada vs 13-MEP-Tuberia Agua P	Terminado	0	0	0	0	0	0
(2) 07-EST-Fundacion Aislada vs 14-MEP-Tuberia Agua P	Terminado	0	0	0	0	0	0
(2) 07-EST-Fundacion Aislada vs 15-MEP-Tuberia de desa	Terminado	7	0	0	0	0	7
(2) 08-EST-Columnas vs 13-MEP-Tuberia Agua Potable Fr	Terminado	0	0	0	0	0	0
(2) 09-EST-Vigas vs 15-MEP-Tuberias de desagüe	Terminado	10	0	0	0	0	10
(2) 10-EST-Losa vs 13-MEP-Tuberia Agua Potable Fria	Terminado	0	0	0	0	0	0
(2) 10-EST-Losa vs 14-MEP-Tuberia Agua Potable Calient	Terminado	1	0	0	0	0	1
(2) 10-EST-Losa vs 15-MEP-Tuberia de desagüe	Terminado	42	0	0	0	0	42
(2) 12-EST-Muro de Contención vs 13-MEP-Tuberia Agus	Terminado	0	0	0	0	0	0

Añadir prueba
 Restablecer todo
 Compactar todo
 Suprimir todo
 Actualizar todo

Ilustración 41 Informe de interferencias estructura vs MEP.

Fuente: Autor

Como se puede observar en la ilustración 39 todos los conflictos están resueltos en su totalidad, en este caso no fue necesario aprobar ningún conflicto por el hecho de que todos los elementos comparados tanto de la disciplina de estructura con la de MEP de algún modo iban a influir en los tiempos de ejecución del proyecto.

(1) 03-Arq-Muro Interiores vs 15-MEP-Tubería de desagüe

Última ejecución: lunes, 29 de julio de 2024 15:26:19

Conflictos: Total: 44 (abiertos: 0 cerrados: 44)

Nombre	Estado	Confli...	Nuevo	Activo	Revisado	Aprobado	Resuelto
(1) 03-Arq-Muros Interiores vs 13-MEP-Tuberías Agua Pt	Terminado	0	0	0	0	0	0
(1) 03-Arq-Muros Interiores vs 14-MEP-Tubería Agua Po	Terminado	0	0	0	0	0	0
(1) 03-Arq-Muro Interiores vs 15-MEP-Tubería de desagi	Terminado	44	0	0	0	0	44
(3) 07-Arq-Cielo razo vs 15-MEP-Tubería de desagüe	Terminado	3	0	0	0	0	3
(3) 08-Arq-Puertas vs 17-MEP-Dispositivos de Iluminaci	Terminado	0	0	0	0	0	0
(3) 10-Arq-Escaleras vs 16-MEP-Iluminacion	Terminado	1	0	0	0	0	1
(3) 10-Arq-Escaleras vs 17-MEP-Dispositivos de Iluminaci	Terminado	0	0	0	0	0	0

Añadir prueba

Restablecer todo

Compactar todo

Suprimir todo

Actualizar todo

Ilustración 42 Informe de interferencias arquitectura vs MEP.

Fuente: Autor

En cuanto a la comparación con la disciplina arquitectónica se puede observar en la ilustración 40 todos los conflictos generados, los cuales a través de una correcta gestión con los lideres tanto de la disciplina arquitectónica como MEP se los resolvió en su totalidad.

HITO de Coordinación	Colocación/Coordinación/Detección	Tiempo/fecha	AVANCE	INFORME
Hito 5	Modelado de conducciones de instalaciones	29-07-2024	100% COMPLETADO	Proceso de las modelaciones completado
Detección H5	Detección de Hito 5. Detección de conflictos completa Arquitectura, estructura y MEP.	06-08-2024	100%	La detección y análisis de interferencias de los modelos de las diferentes disciplinas al 100% completados y corregidos se ha llevado a cabo.

Tabla 19 Hito 5 de coordinación.

Fuente: Autor

Finalmente, para el Hito 5 lo que se busco es realizar el modelado de los conductos de las instalaciones de mayor tamaño con el fin de que ya en una etapa constructiva se considere la ubicación del paso de las tuberías y así evitar retrasos en la programación de obra. En cuanto a la detección del hito 5 se optó por identificar si existía algún conflicto con el resto de las disciplinas.

(2) 07-Arq-Cielo Razo vs 16-MEP-Iluminacion

Última ejecución: lunes, 12 de agosto de 2024 19:00:16

Conflictos: Total: 83 (abiertos: 0 cerrados: 83)

Nombre	Estado	Confli...	Nuevo	Activo	Revisado	Aprobado	Resuelto
(2) 07-Arq-Cielo Razo vs 09-EST-Vigas	Terminado	12	0	0	0	5	7
(2) 07-Arq-Cielo Razo vs 10-EST-Losa	Terminado	0	0	0	0	0	0
(2) 07-Arq-Cielo Razo vs 16-MEP-Iluminacion	Terminado	83	0	0	0	3	80
(2) 07-Arq-Cielo Razo vs 17-MEP-Dispositivos de Ilumina	Terminado	0	0	0	0	0	0
(2) 07-Arq-Cielo Razo vs 18-MEP-Accesorios de iluminaci	Terminado	0	0	0	0	0	0

Añadir prueba

Restablecer todo

Compactar todo

Suprimir todo

Actualizar todo

Ilustración 43 Informe de interferencias arquitectura - estructura - MEP.

Fuente: Autor

Como se puede observar parte de los conflictos generados se los aprobó por parte de coordinación debido a que estos no influían en el proceso constructivo y tampoco generaría retrasos en obra. Sin embargo, el resto de los conflictos se los notifico mediante incidencia a cada líder a través del Autodesk Construction Cloud para que los resuelva y así poder hacer una segunda corrida hasta resolverlos en su totalidad.

4.7. Coordinación sostenibilidad 6D

Uno de los puntos fuertes del proyecto fue el implementar la sexta dimensión BIM, aquí se buscó aplicar ciertas estrategias pasivas de sostenibilidad lo cual se le fue encomendado al líder de sostenibilidad según se lo estableció en el contrato.

Parte de las actividades que desempeñó el coordinador de la empresa fue verificar los avances del trabajo desarrollado por el líder de sostenibilidad, solventar dudas en cuanto al proyecto e informar a los demás integrantes las estrategias de cambio establecidas por el líder de sostenibilidad.

Todas estás estrategias se inclinaron mucho a la disciplina de arquitectura, quien a través de una correcta gestión conjuntamente con el coordinador se logró aplicarlas en el proyecto logrando obtener una eficiencia energética adecuada, un nivel de confort lumínico y térmico dentro de los rangos permisibles, entre otros.

Capítulo 5: Rol Secundario Líder de Estructura

5.1. Descripción del Rol

El rol de Líder de Estructuras es el profesional encargado de modelar el proyecto en la disciplina de estructura acorde a todos los parámetros establecidos en el BEP para poder asegurar la calidad de su trabajo. Al igual se encarga de revisar, gestionar y chequear todo el modelo estructural.

Dentro del proyecto Centro de Interpretación Cultural Pifo, el profesional encargado del rol tuvo la responsabilidad de dar inicio con el modelado de la parte estructural según los parámetros entregados por el BIM Manager, lo que se refiere con el protocolo de estilos y el EIR para que pueda conocer el alcance que tendrá el proyecto.

5.3. Funciones y Responsabilidades

Como ya se lo mencionó anteriormente el Líder de Estructuras estuvo encargado del modelado del proyecto lo que confiere a la disciplina de estructura. En el proyecto Centro de Interpretación Cultural Pifo, todo el modelo estructural se lo planteo desarrollarlo en un LOD 300 según se lo fue encomendado el BIM Manager. Además, como un punto importante el líder estructural fue el encargado de cumplir los principales estándares y protocolos de modelado establecidos en el EIR para asegurar un flujo de información adecuado con el resto de las disciplinas dentro de los plazos y objetivos establecidos.



Ilustración 44 Responsabilidades Líder Estructural.

Fuente: Autor

5.2. Flujo de trabajo

La comunicación del Líder de Estructura se lo realizaba a través del Autodesk Construction Cloud para un correcto flujo de trabajo, donde se le indico que el único medio de comunicación con el BIM Manager es a través del coordinador y es a quien tenía que informar los avances que iba desarrollando.

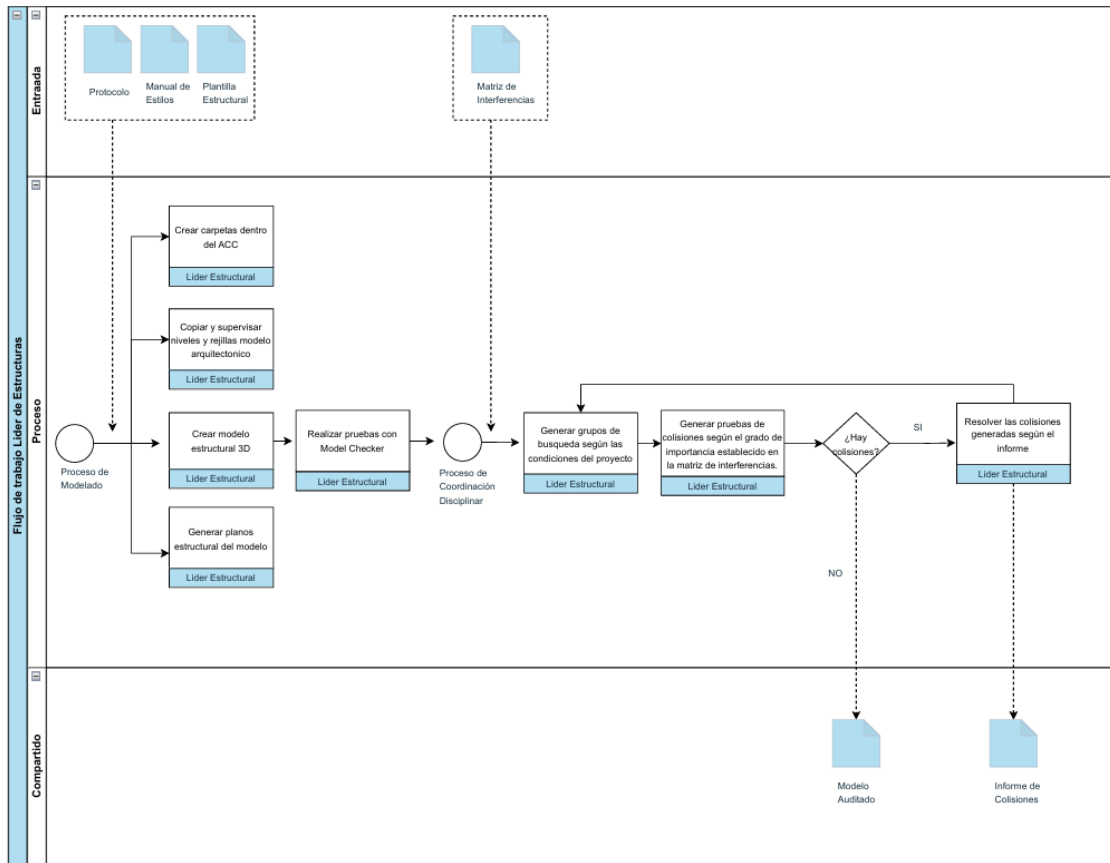


Ilustración 45 Flujo de trabajo líder estructural.

Fuente: Autor

5.3. Archivos de entrada

Para dar inicio con el modelado estructural se definió los principales alcances del proyecto a través de una reunión con el BIM Manager, donde a través de un contrato firmado se estableció las principales responsabilidades que tiene dentro del proyecto el profesional encargado del rol. Además, como parte de los estándares de la empresa se le entregó el protocolo de diseño, manual de estilos y la plantilla estructural, lo cual le permitirá llevar un modelado mucho más estandarizado según las condiciones de la empresa y los requerimientos del cliente.

Protocolo de diseño

Como parte de los archivos de referencia que se entregó al líder estructural por parte de coordinación fue el protocolo de diseño, donde se encontraba toda la

información necesaria que le serviría de mucho para el modelado, es decir, se especifico el LOD en el cual se iba a trabajar cada elemento estructural, la unidad de medida, el refuerzo en ciertos elementos. Esto, con el fin de estandarizar el modelo y asegurar la interoperabilidad con el resto de las disciplinas.

MURO PANTALLA				
Criterios Generales				
Tipo	Hormigón Armado	Detalles	LOD	HORMIGÓN
Definición por capa:	Multicapa		LOD 300	M3
elementos de	Niveles	base y tope		
elementos del	Muro			
Acabados	Prioridad 1			
Coordinación	Prioridad 1-Estructura	refuerzo por		REFUERZO
Estrategia	Según proceso constructivo	según		KG
MURO DE CONTENCION				
Criterios Generales				
Tipo	Hormigón Ciclópeo	Detalles	LOD	HORMIGÓN
Definición por capa:	Multicapa		LOD 300	M3
elementos de	Niveles	base y tope		
elementos del	Muro			
Acabados	Prioridad 1			
Coordinación	Prioridad 1-Estructura	refuerzo por		REFUERZO
Estrategia	Según proceso constructivo	según		KG
FUNDACIONES				
Criterios Generales				
Tipo	Hormigón armado	Detalles	LOD	HORMIGÓN
Definición por capa:	N/A		LOD 300	M3
elementos de	Niveles	base y tope		
elementos del	Cimentacion			
Acabados	N/A			
Coordinación	Prioridad 1-Estructura	refuerzo por		REFUERZO
Estrategia	Según proceso constructivo	según		KG
COLUMNAS				
Criterios Generales				
Tipo	Acero Estructural	Detalles	LOD	ACERO
Definición por capa:	N/A		LOD 300	KG
elementos de	Niveles	base y tope		
elementos del	Columnas			
Acabados	Prioridad 1			
Coordinación	Prioridad 1-Estructura	refuerzo por		
Estrategia	Según proceso constructivo	según		

Ilustración 46 Plantilla de modelado por elementos estructurales.

Fuente: Autor

5.3.1. Manual de estilos

En cuanto al manual de estilos, este fue otro archivo adicional que se le entregó como parte de los archivos de referencia al líder estructural con el fin de que pueda llevar un correcto modelado cumpliendo los requerimientos mínimos tanto de la

empresa como del cliente. Estos requerimientos estaban enfocados en cómo llevar el estilo de texto, dimensiones, etiquetas, ejes, plumillas, símbolos, entre otros.

TEXTOS			
Texto			
Número	Vista	Tipo de texto	USO
1	VRR-Planta	VRR-3.0mm Arial	Descripción
2		VRR-3.5mm Arial	Cota
3		VRR-5.0mm Arial	Título 2
4		VRR-10.0mm Arial	Título 1
1	VRR-Cortes	VRR-3.0mm Arial	Descripción
2		VRR-3.5mm Arial	Cota
3		VRR-5.0mm Arial	Título 2
4		VRR-10.0mm Arial	Título 1
1	VRR-Alzados	VRR-3.0mm Arial	Descripción
2		VRR-3.5mm Arial	Cota
3		VRR-5.0mm Arial	Título 2
4		VRR-10.0mm Arial	Título 1

Ilustración 47 Estilo de texto.

Fuente: Autor

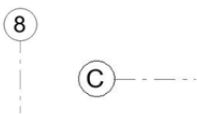
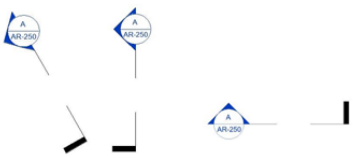
SIMBOLOGÍA		
GRILLAS DE PROYECTO		
DENOMINACIÓN	REFERENCIA	CARACTERÍSTICAS
BIMCICP- Grilla-Circulo		Linea de Grilla Texto Arial 5mm Circulo 5mm
SECCIONES		
BIMCICP-CORTE-LONG BIMCICP-CORTE-TRANS		Linea trazo Texto: Nro de sección Arial 2.5mm Referencia: Lámina Arial 1.8 mm - Fit 0.75 Tamaño circulo 6mm
COTAS ELEVACIÓN		

Ilustración 48 Estilo de simbología.

Fuente: Autor

5.3.2. Plantilla estructural

Del mismo modo se le entrego la platilla estructural en formato RTE para el respectivo modelado, donde se estableció la organización del navegador clasificado en vistas, tablas de planificación y planos.



Ilustración 49 Estructura del navegador de proyecto.

Fuente: Autor

5.4. Asignación de carpeta

Como un punto clave para llevar un flujo de trabajo mucho más eficiente, el Coordinador BIM conjuntamente con el BIM Manager se le concedió los permisos a la carpeta de estructuras dentro del entorno común de datos (ACC) con el fin de crear una documentación del modelo, es decir, verificar avances, crear incidencias, realizar transmisiones con el resto de las disciplinas.

5.5. Modelado estructural

Según los requerimientos del contrato establecido por el BIM Manager, se pidió que el modelado del proyecto Centro de Interpretación Cultural Pifo se lo trabaje en estructura metálica. Durante la reunión de socialización del proyecto con el BIM Manager se conoció que no existía planos de referencia 2D con los cuales se podía trabajar, lo que significó que el líder estructural debía ser la persona encargada de realizar el modelo a su criterio y conocimiento de diseño.

5.5.1. Niveles y rejillas

Para dar inicio con el modelado, por parte de coordinación se entregó el modelo arquitectónico al líder estructural a través del entorno común de datos (ACC) para poder realizar la copia y supervisión tanto de los niveles como de las rejillas. Estos, se los rescribió según los requerimientos establecidos en el manual de estilos

5.5.2. Nivel de desarrollo (LOD)

En cuanto al nivel de desarrollo en el cual se debía trabajar el modelo estructural, este fue acordado desde un inicio en el contrato firmado con el BIM Manager con previo acuerdo con el cliente. Aquí, lo que se buscó es llegar a un LOD 300 debido a que es más precisa en termino de cantidad tamaño forma, ubicación y orientación según lo defina el cliente.

Inicialmente se empezó con un modelado en LOD 100 ya que este es un nivel conceptual, donde los elementos del modelo se representan gráficamente en un símbolo. El nivel de información en esta etapa no es tan detallado ya que su uso generalmente es para la planificación previa al proyecto.

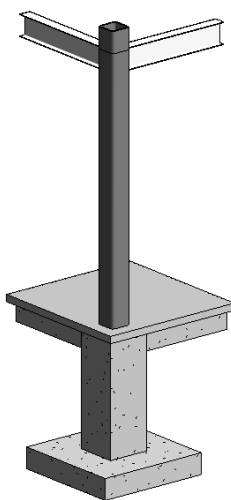


Ilustración 50 Modelado estructural en LOD 100.

Fuente: Autor

A medida que fue avanzando con el modelado del proyecto se fue agregando detalles a los elementos alcanzando un LOD 200, es decir, elementos con sistemas genéricos, objetos con cantidad, tamaño, forma, ubicación y orientación. En este nivel se podría realizar un análisis de rendimiento para determinar que elemento del modelo de construcción se podría utilizar.

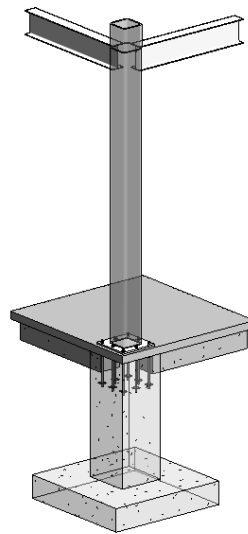


Ilustración 51 Modelado estructural en LOD 200.

Fuente: Autor

Finalmente, al modelo estructural se le fue agregando detalles mucho más específicos tanto en material, espaciamiento, armado, los cuales servirían de mucho a nivel de presupuestación 5D llegando así a un LOD 300, lo cual fue el requerimiento que fue acordado con el cliente.

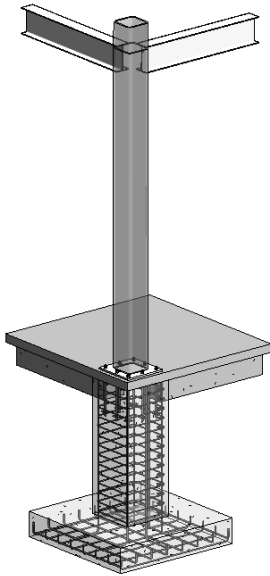


Ilustración 52 Modelado estructural en LOD 300.

Fuente: Autor

5.5.3. Auditoria de modelo

Un requerimiento importante el cual se estableció en el contrato fue entregar el modelo auditado a coordinación. Aquí, se especificó que se debía trabajar con el plugin Model Checker el cual es un complemento de Revit para conocer el estado del modelo. Sin embargo, se estableció que este debía estar auditado al 100% antes de realizar el transmittal a través del entorno común datos (ACC) a coordinación.

14/6/24, 14:14

Informe del verificador de modelos

 Autodesk Model Checker para Revit



titulo

Mejores prácticas de modelos de Revit para Revit 2024

fecha

Jueves, 30 de mayo de 2024

Autor

Autodesk

Descripción

Serie de controles para revisar las mejores prácticas y la Integridad del modelado.

BIMCICP-EAET-E01-ZZZ-M3D-EST-MODELO ESTRUCTURAL-SQ

100%

Resumen de cheques

106 cheques, 23 (100%) Aprobado, 0 FAIL, cuenta/lista 65, 18 no ejecutado

fecha del informe

viernes, 14 de junio de 2024 - 13:50:29

Ruta de archivo de Revit

C:\Users\DELL\Desktop\MAESTRIA\SEGUNDO SEMESTRE\TITULACION\TESIS\BIMCICP-EAET-E01-ZZZ-M3D-EST-MODELO ESTRUCTURAL-SQ.rvt

Conjunto de verificación de archivo

<https://interoperability.autodesk.com/modelchecker/hostedchecks/bestpractices-2024.xml>

Mejores prácticas de modelos de Revit

106 cheques, 23 (100%) Aprobado, 0 FAIL, cuenta/lista 65, 18 no ejecutado

Rendimiento del modelo

8 cheques, cuenta/lista 8

Las comprobaciones de esta sección ayudan a monitorear el resultado de las acciones tomadas durante el transcurso del desarrollo de un modelo, que pueden afectar directamente el rendimiento del modelo. La gestión adecuada de estos elementos puede mejorar el rendimiento del modelo.

Ilustración 53 Informe de auditoría modelo estructural.

Fuente: Autor

5.6. Coordinación disciplinar

Con la revisión y aprobación del modelo estructural por parte de coordinación, se dio inicio con la coordinación disciplinar. Según el protocolo, se estableció que la coordinación se lo haga con el programa Navisworks Manage perteneciente a la familia de Autodesk con el objetivo de identificar ciertos conflictos producto de un mal modelado, lo cual generaría un cierto porcentaje de error en el conteo volumétrico de los elementos.

En el proyecto Centro de Interpretación Cultural Pifo se desarrolló un flujo de trabajo lo cual sirvió de gran ayuda para asegurar la calidad del modelo y el intercambio de información con el resto del equipo.

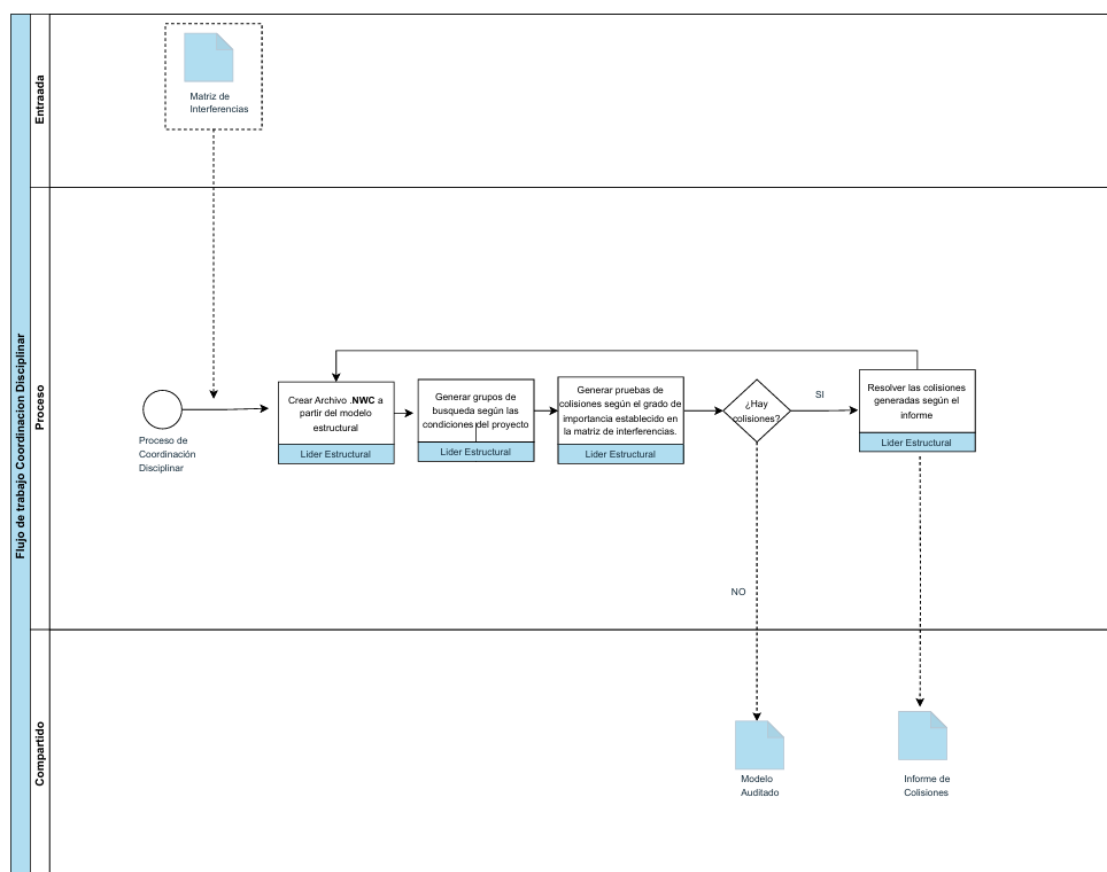


Ilustración 54 Flujo de coordinación disciplinar.

Fuente: Autor

5.6.1. Archivos de referencia

Como parte de los archivos de referencia que se entregó al líder estructural por parte de coordinación fue la matriz de interferencia, donde se mostraba el nivel de importancia por cada uno de los elementos estructurales. En este caso la disciplina de estructuras tiene prioridad uno frente a las demás disciplinas.

MATRIZ DE CHEQUEOS DE INTERFERENCIAS																		
NIVEL DE GRAVEDAD	ARQUITECTONICO												SISTEMAS					
													ESTRUCTURAL			HIDROSANITARIO		ELECTRICO
	01_ARQ. MUROS EXTERIORES	02_ARQ. MUROS INCLINADOS	03_ARQ. MUROS INTERIORES	04_ARQ. MUROS JARDINERAS	05_ARQ. ACABOS DE PISOS INTERIORES	06_ARQ. ACABOS DE PISOS EXTERIORES	07_ARQ. CIELO RAZO	08_ARQ. PUERTAS	09_ARQ. VENTANAS	10_ARQ. ESCALERAS	11_ARQ. BARANDAS	12_ARQ. MUROS CORTINA	06-EST-VIGAS DE FUNDACIONES	07-EST-FUNDACIONES AISLADAS	08-EST-COLUMNAS	09-EST-VIGAS	10-EST-LOSAS	12-EST-MUROS CONTENCIÓN
	Tolerancia = 0.025 m												Tolerancia = 0.025m					
	D	N	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	D	N	2	3	4	5
01_ARQ. MUROS EXTERIORES	D	N	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	D	N	2	3	4	5
02_ARQ. MUROS INCLINADOS	D	N	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	D	N	2	3	4	5
03_ARQ. MUROS INTERIORES	D	N	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	D	N	2	3	4	5
04_ARQ. MUROS JARDINERAS	D	N	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	D	N	2	3	4	5
05_ARQ. ACABOS DE PISOS INTERIORES	D	N	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	D	N	2	3	4	5
06_ARQ. ACABOS DE PISOS EXTERIORES	D	N	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	D	N	2	3	4	5
07_ARQ. CIELO RAZO	D	N	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	D	N	2	3	4	5
08_ARQ. PUERTAS	D	N	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	D	N	2	3	4	5
09_ARQ. VENTANAS	D	N	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	D	N	2	3	4	5
10_ARQ. ESCALERAS	D	N	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	D	N	2	3	4	5
11_ARQ. BARANDAS	D	N	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	D	N	2	3	4	5
12_ARQ. MUROS CORTINA	D	N	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	D	N	2	3	4	5
06-EST-VIGAS DE FUNDACIONES	D	N	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	D	N	2	3	4	5
07-EST-FUNDACIONES AISLADAS	D	N	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	D	N	2	3	4	5
08-EST-COLUMNAS	D	N	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	D	N	2	3	4	5
09-EST-VIGAS	D	N	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	D	N	2	3	4	5
10-EST-LOSAS	D	N	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	D	N	2	3	4	5
12-EST-MUROS CONTENCIÓN	D	N	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	D	N	2	3	4	5
13_MEP. TUBERIA AGUA POTABLE FRIA	D	N	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	D	N	2	3	4	5
14_MEP. TUBERIA AGUA POTABLE CALIENTE	D	N	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	D	N	2	3	4	5
15_MEP. TUBERIAS DESAGUE	D	N	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	D	N	2	3	4	5
16_MEP. ILUMINACION	D	N	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	D	N	2	3	4	5
17_MEP. DISPOSITIVOS DE ILUMINACION	D	N	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	D	N	2	3	4	5
18_MEP. ACCESORIOS DE POTENCIA	D	N	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	D	N	2	3	4	5
19_MEP. PANELES ELECTRICOS	D	N	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	D	N	2	3	4	5

Ilustración 55 Matriz de interferencia disciplina estructuras.

Fuente: Autor

Dentro de la matriz de interferencias los elementos estructurales que se consideraron para su comparación fueron: vigas fundación, fundaciones aisladas, columnas, vigas, losas, muros de contención. Todos estos elementos llevan prioridad uno al ser elementos que no se puede modificar su tamaño o ubicación en obra.

5.6.3. Lista de pruebas

Producto de la matriz de interferencias se desarrolló la lista de pruebas para los elementos estructurales. Aquí se consideró que todos los elementos tengan prioridad

uno, al ser elementos que ya en una etapa constructiva puede provocar retrasos en los tiempos de ejecución de obra.

ESTRUCTURA	
1 06-EST-VIGAS DE FUNDACIONES	VS 07-EST-FUNDACIONES AISLADAS
1 06-EST-VIGAS DE FUNDACIONES	VS 08-EST-COLUMNAS
1 06-EST-VIGAS DE FUNDACIONES	VS 09-EST-VIGAS
1 06-EST-VIGAS DE FUNDACIONES	VS 10-EST-LOSAS
1 06-EST-VIGAS DE FUNDACIONES	VS 12-EST-MUROS CONTENCIÓN
1 07-EST-FUNDACIONES AISLADAS	VS 08-EST-COLUMNAS
1 07-EST-FUNDACIONES AISLADAS	VS 09-EST-VIGAS
1 07-EST-FUNDACIONES AISLADAS	VS 10-EST-LOSAS
1 07-EST-FUNDACIONES AISLADAS	VS 12-EST-MUROS CONTENCIÓN
1 08-EST-COLUMNAS	VS 09-EST-VIGAS
1 08-EST-COLUMNAS	VS 10-EST-LOSAS
1 08-EST-COLUMNAS	VS
1 08-EST-COLUMNAS	VS 12-EST-MUROS CONTENCIÓN
1 09-EST-VIGAS	VS 10-EST-LOSAS
1 09-EST-VIGAS	VS
1 09-EST-VIGAS	VS 12-EST-MUROS CONTENCIÓN
1 10-EST-LOSAS	VS
1 10-EST-LOSAS	VS 12-EST-MUROS CONTENCIÓN
1	0 VS 12-EST-MUROS CONTENCIÓN

Ilustración 56 Lista de pruebas disciplina estructuras.

Fuente: Autor

5.6.4. Conjuntos de búsqueda

Para generar los grupos de búsqueda dentro del software Navisworks se tomó como referencia los elementos considerados dentro de la matriz de interferencia para la disciplina de estructuras.

La nomenclatura con la que se trabajó para elaborar los grupos de búsqueda estuvo establecida en el protocolo de modelado la cual fue la siguiente:

Número_Disciplina_Elemento

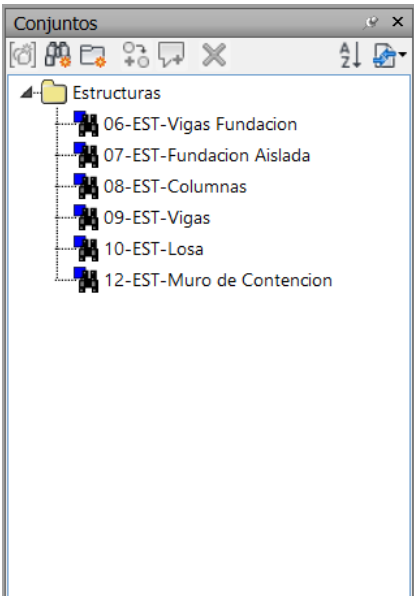


Ilustración 57 Conjuntos de búsqueda disciplina estructuras.

Fuente: Autor

Estos grupos de búsqueda servirán de mucho para poder generar las pruebas en el Navisworks Manage con el fin de poder identificar los conflictos que se generaron entre elementos.

5.6.5. Gestión de interferencias

En cuanto a la gestión de interferencias, este se lo desarrollo de la mano con la lista de pruebas lo cual en el apartado anterior se lo explico a detalle cómo se lo obtuvo. Aquí, se pudo identificar la cantidad de conflictos generados en el modelo, lo cual se los debía resolver con el fin de poder entregar a coordinación un modelo libre de cualquier conflicto según se lo estableció en el contrato.

(1) 08-EST-Columnas vs 10-EST-Losa									
Última ejecución: miércoles, 24 de julio de 2024 13:58:38									
Conflictos: Total: 78 (abiertos: 0 cerrados: 78)									
Nombre	Estado	Confli...	Nuevo	Activo	Revisado	Aprobado	Resuelto		
(1) 07-EST-Vigas Fundacion vs 12-EST-Muro de Contenci	Terminado	25	0	0	0	0	25		
(1) 08-EST-Columnas vs 09-EST-Vigas	Terminado	27	0	0	0	3	24		
(1) 08-EST-Columnas vs 10-EST-Losa	Terminado	78	0	0	0	54	24		
(1) 08-EST-Columnas vs 12-EST-Muro de Contencion	Terminado	0	0	0	0	0	0		
(1) 09-EST-Vigas vs 10-EST-Losa	Terminado	0	0	0	0	0	0		
Añadir prueba Restablecer todo Compactar todo Suprimir todo Actualizar todo									

Ilustración 58 Informe de interferencias estructura.

Fuente: Autor

Como se lo puede observar en la ilustración 56 parte de los conflictos generados se decidió cambiar de estado a aprobados, esto bajo supervisión y aprobación de coordinación debido a que eran conflicto que sin duda se los puede resolver en obra y no generaría imprevistos ni retrasos en el proceso constructivo.

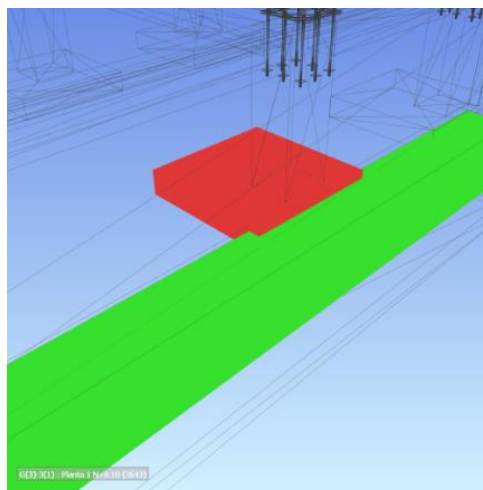


Ilustración 59 Interferencia vigas fundación vs muro de contención.

Fuente: Autor

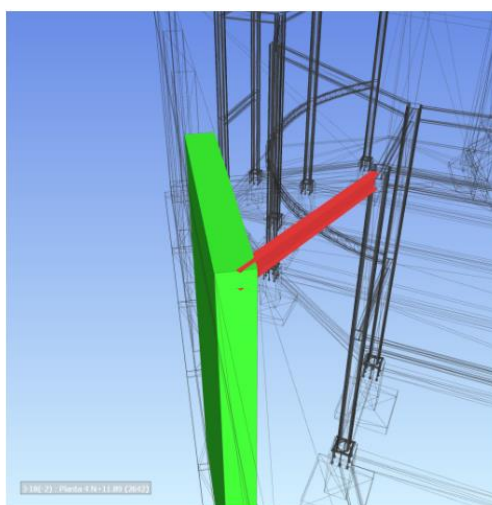


Ilustración 60 Interferencia vigas vs muros de contención.

Fuente: Autor

Sin embargo, el resto de los conflictos generados sin lugar a duda se los resolvió en su totalidad, debido a que al ser elementos con algún error en el modelado podrían generar imprecisiones en el conteo volumétrico.

5.7. Modelo estructural federado

Luego de resolver todas las interferencias generadas en el modelo estructural, este se lo envió a coordinación a través del entorno común de datos (ACC) con el fin de que se pueda revisar y aprobar para el siguiente proceso que fue la coordinación multidisciplinar.

Para la coordinación multidisciplinar, el coordinador de la empresa notificó al líder estructural a través de una incidencia en el entorno común de datos (ACC) todos los conflictos generados al hacer las comprobaciones con las demás disciplinas. Sin embargo, la mayoría de estos conflictos fueron asignados a los demás líderes debido a que la disciplina estructural es prioridad uno según la jerarquía del sistema.

AUTODESK®
NAVISWORKS®

Informe de conflictos

(1) 10-Arq-Escaleras vs 09-EST-Vigas		Tolerancia	Conflictos	Nuevo	Activo	Revisado	Aprobado	Resuelto	Tipo	Estado
		0.025m	8	0	6	0	2	0	Estático	Aceptar

Imagen	Nombre de conflicto	Estado	Asignado a	Punto de conflicto	Elemento 1			Elemento 2			Comentarios
					ID de elemento	Elemento Nombre	Elemento Tipo	ID de elemento	Elemento Nombre	Elemento Tipo	
	Conflicto1	Activo	LIDER EST	x:-73.996, y:-23.100, z:2645.092	ID de elemento: 255406	Hormigón	Sólido	ID de elemento: 495948	Acero, 45-345	Sólido	#0 - DELL - 2024/7/14 03:57 Asignado a LIDER EST Porfavor revisar los niveles de las vigas
	Conflicto2	Activo		x:-73.762, y:-22.904, z:2645.092	ID de elemento: 255406	Hormigón	Sólido	ID de elemento: 495925	Acero, 45-345	Sólido	
	Conflicto3	Activo		x:-66.569, y:-27.657, z:2648.469	ID de elemento: 255406	Hormigón	Sólido	ID de elemento: 509613	Acero, 45-345	Sólido	
	Conflicto4	Activo		x:-68.635, y:-22.270, z:2646.810	ID de elemento: 255406	Hormigón	Sólido	ID de elemento: 509757	Acero, 45-345	Sólido	

Ilustración 61 Informe de conflictos escaleras vs vigas.

Fuente: Autor

Un de los conflictos que se notificó por parte de coordinación fue el conflicto generado entre las escaleras de la disciplina de arquitectura vs las vigas estructurales debido a que existía un desfase en los niveles de las vigas, lo cual fue un error de modelado.

Ya resuelto todos los conflictos asignados al líder estructural, se lo notificó al coordinador de la empresa para su aprobación, logrando así cumplir con el entregable establecido en el contrato, lo cual fue llegar a un modelo federado, es decir, un modelo

libre de cualquier conflicto lo cual podría generar imprevisto en obra ya en una etapa constructiva.

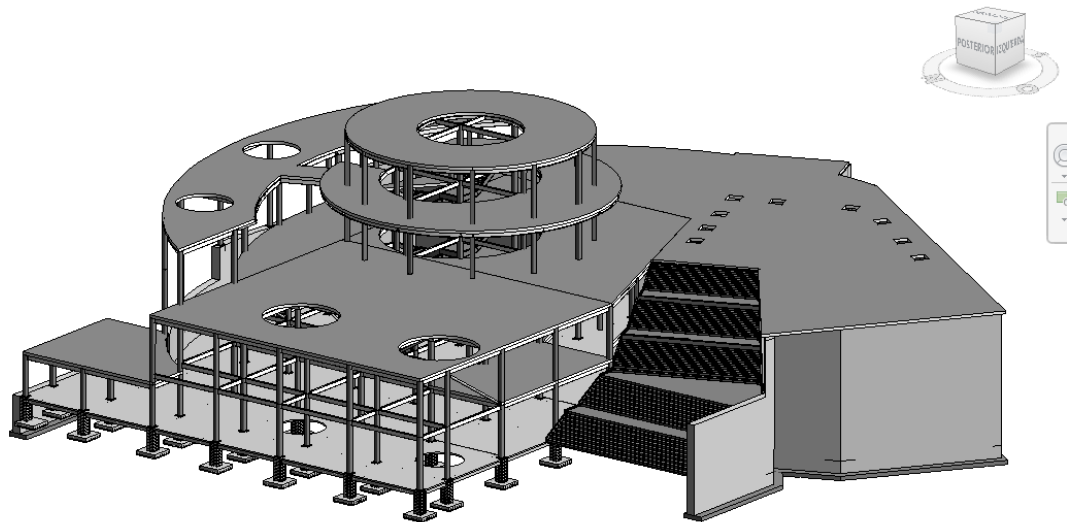


Ilustración 62 Modelo estructural federado.

Fuente: Autor

5.7. Presupuesto 5D

Para poder dar inicio con el presupuesto 5D del modelo estructural, dentro de la empresa se decidió elaborar un flujo de trabajo lo cual permita asegurar la calidad de los entregables cumpliendo los requerimientos mínimos de la empresa y al igual del cliente.

5.7.1. Flujo de trabajo

El flujo de trabajo fue de gran ayuda dentro del proyecto Centro de Interpretación Cultural Pifo, ya que se pudo saber el proceso a detalle de cómo se fue elaborado el trabajo y como este se lo fue documentando.

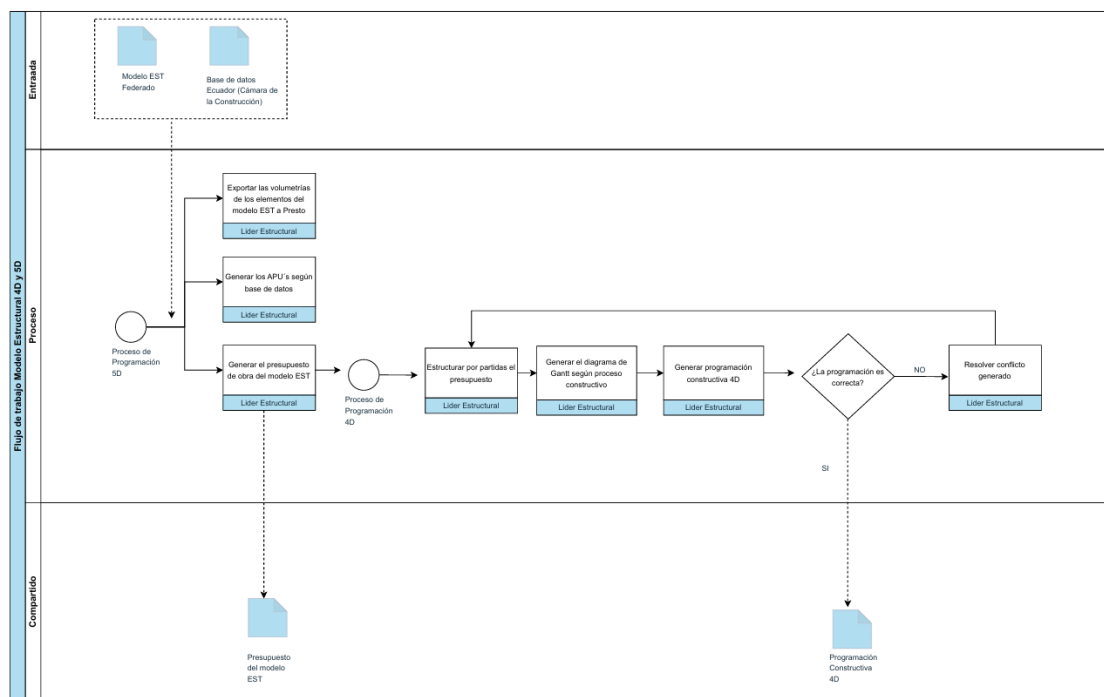


Ilustración 63 Flujo de trabajo modelo estructural 4D y 5D.

Fuente: Autor

5.7.2. Archivos de referencia

Como parte de los archivos de referencia que se entregó por el coordinador de la empresa fue la base de datos de la cámara de la industria de la construcción en formato **PRESTO**, este archivo contenía todas las partidas necesarias para poder vincularlo con el archivo en el cual se estaba trabajando. Parte de las partidas que contenía eran: rubros tanto para albañilería, estructura, encofrado, movimiento de tierras, entre otros.

Ilustración 64 Base de datos cámara de la industria de la construcción.

Fuente: Autor

5.7.3. Elaboración de APU's

Para dar inicio con la elaboración de los APU's, lo que primero se hizo fue exportar las volumetrías de los elementos estructurales excluyendo elementos que no entraban en el presupuesto. El programa que se utilizó para este proyecto fue Presto y su complemento de Revit Cost it, el cual es especialista en la elaboración de presupuesto y seguimiento de obra

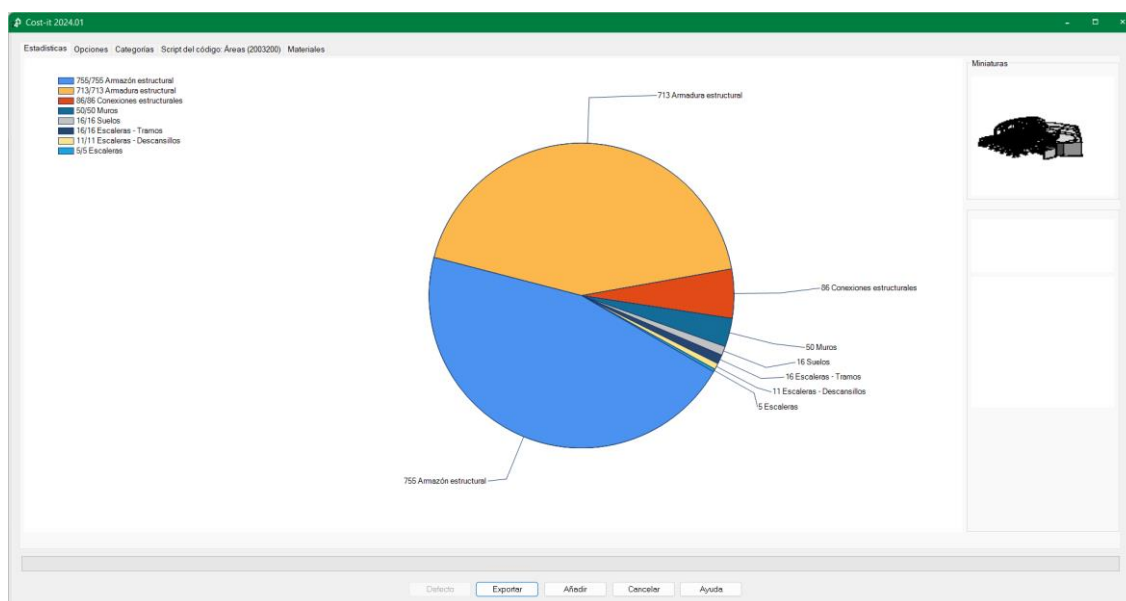


Ilustración 65 Exportación de volumetrías con Cost-it.

Fuente: Autor

ID	Categoría	Etiqueta	Sub	Elementos	Código	Discriminador	Materiales	Color	Unidad	Medida	N	Longitud	Anchura	Altura	Fórmula	Cantidad
7	2001...	Cimentación est...	Model	96			2578303	m3	Volu...	1					bI00DL...	nNo...
8	2001...	Armazón estruct...	Model	755			2580351	m	Lon...	1					bI00DL...	nNo...
9	2009...	Armadura estruct...	Model	713			2582141	m	Lon...	Qu...	1				bI00DL...	nNo...
10	2001...	Pilares estruct...	Model	260			2582906	m3	Volu...	1					bI00DL...	nNo...
11	2009...	Conexiones estr...	Model	86			2582898	u	Nú...	1					bI00DL...	nNo...
14	2000...	Suelos	Model	16			2582868	m2	Area...	1						
15	2000...	Muros	Model	50			2582869	m3	Volu...	1						
16	2000...	Paneles de muro...	Model	48			2582859	m2	Area...	1						
24	2000...	Escaleras	Model	5			6252963	u	Nú...	1						
119	2003...	Información de ...	Model	1				u	Nú...	1						
161	2000...	Materiales	Model	238				u	Nú...	1						
201	2003...	Planos	Model	17				u	Nú...	1						
250	2009...	Refuerzo de áre...	Model	1				u	Nú...	1						
274	2000...	Líneas	Model	4				u	Nú...	1						
301	2008...	Segmentos de L...	Model	12				u	Nú...	1						

Ilustración 66 Exportación de categorías Cost-it.

Fuente: Autor

Se verifico que todos los elementos del modelo estén vinculados con las partidas del presupuesto en Presto. Luego de tener dichas volumetrías se generó los APU's de cada partida con la base de datos de la Cámara de la Industria de la Construcción en formato PRESTO.

5.8. Programación 4D

Para la cuarta dimensión de la metodología BIM, lo que confiere a la programación, por parte del coordinador de la empresa a pedido del BIM Manager se notificó al líder estructural que el BIM Manager seria la persona encargada de realizar la simulación constructiva con las demás disciplinas en conjunto con Navisworks Manage.

Capítulo 6: Conclusiones

6.1. Coordinador BIM

La implementación de la metodología BIM en el proyecto Centro de Interpretación Cultural Pifo permitió trabajar de manera colaborativa con todos los integrantes del equipo a través del entorno común de datos (ACC), donde a través de una correcta gestión se pudo conocer a detalle el estado de avance del modelo con el fin de poder verificar el cumplimiento de los estándares de la empresa y los requerimientos del cliente.

El integrar un flujo de trabajo eficiente logró que cada líder tenga claro sus actividades y alcance dentro del proyecto, esto fue importante para asegurar la calidad de los entregables mediante la incorporación de un protocolo de modelado y un manual de estilos que sin lugar a duda permitiría estandarizar el proceso de modelado logrando así, asegurar una correcta interoperabilidad entre disciplinas.

La coordinación dentro del proyecto fue uno de los puntos clave en la etapa de diseño desde el seguimiento a detalle de cada uno de los modelos de cada líder hasta la detección de conflictos multidisciplinar donde a través de una correcta gestión se los pudo identificar, los cuales se los fue resolviendo de la mano con cada uno de los líderes con el fin de poder solventar todas estas interferencias llegando a obtener un modelo federado.

Las reuniones establecidas con el equipo de trabajo fueron de gran importancia para verificar avances, solventar dudas, desarrollar parámetros adicionales e incluso tomar decisiones a nivel de proyecto y/o modelado, lo cual se los documento a través de actas de reunión donde se calificaba el nivel de cumplimiento de cada líder con el fin de que cada miembro cumpla con todas las responsabilidades establecidas en sus contratos.

6.2. Líder Estructural

Mediante la implementación de la metodología BIM se pudo obtener un modelo virtual muy acercado a la realidad mediante la implementación del protocolo y manual de estilos entregados por coordinación con el fin de poder cumplir con todos los requisitos establecidos por la empresa y acordados con el cliente, la cual fue de gran importancia para poder tener una idea clara del proceso constructivo.

El incorporar un adecuado flujo de trabajo dentro de la empresa fue de gran ayuda para poder tener en claro cada uno de los entregables que estaban bajo su responsabilidad, muchos de estos se los fue desarrollando en conjunto con los demás líderes de la empresa bajo la supervisión del coordinador para poder evitar inconsistencias o errores en modelado.

El trabajar los elementos estructurales en un LOD 300 permitió asegurar su precisión en tamaño, forma, ubicación y orientación tanto en su cuarta como en su quinta dimensión BIM acercándose lo más posible a la realidad, sin embargo, es importante aclarar que para lograr llegar a obtener datos exactos del modelo es fundamental elevar el nivel de detalle con el que se está trabajando.

La coordinación disciplinar del modelo permitió identificar errores en modelado e incluso resolver problemas en cuanto a diseño, aquí fue importante trabajar de la mano con la matriz de interferencias entregada por coordinación lo cual mostraba el nivel de prioridad por cada elemento estructural para poder generar las pruebas de colisión y del mismo modo resolverlos y así poder entregar un modelo auditado al coordinador de la empresa para su respectiva aprobación y dar paso a una coordinación multidisciplinar.

En cuanto a su quinta dimensión BIM, el trabajar con PRESTO permitió optimizar el proceso de creación de APU's del proyecto, su complemento para Revit

Cost-it permitió exportar todas las volumetrías de cada elemento lo cual serviría de mucho para generar el presupuesto.

Capítulo 7: Recomendaciones

Se recomienda que cada documento entregado a los líderes se lo socialice directamente a través de reuniones de equipo con el fin de solventar dudas o incluso corregir errores si el caso existiera.

Se recomienda supervisar el trabajo de los líderes diariamente para evitar retrasos en el cronograma de trabajo, lo cual implicaría no cumplir con los tiempos de entrega.

Se recomienda cumplir con el protocolo de modelado y el manual de estilos para poder estandarizar el modelo y asegurar la correcta interoperabilidad entre disciplinas.

Capítulo 8: Referencias Bibliográficas

- Ahmad Latiffi, A., Brahim, J., Mohd, S., y Syazli Fathi, M. (2015). Building Information Modeling (BIM): Exploring Level of Development (LOD) in Construction Projects. *Applied Mechanics and Materials*, 933-937. Retrieved 28 de Julio de 2024, from <https://main.scientific.net/book/international-integrated-engineering-summit-2014/978-3-03826-944-1/ebook>
- Choclán, F., Sánchez, H., y Sole, M. (2020). *Dialnet*. Spanish Journal of BIM: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6756238>
- Dueñas, D. (Ctubre de 2023). *UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK*. Retrieved 28 de Julio de 2024, from <https://repositorio.uisek.edu.ec/handle/123456789/5163>
- EDITECA. (2024). Las 7 dimensiones BIM: ¿Cuáles son y para qué sirven? *EDITECA*, 2,3. Retrieved 27 de Julio de 2024, from <https://editeca.com/7-dimensiones-bim-cuales-son-para-que-sirven/>
- European Federation of Engineering Consultancy Associations. (s.f). BIM and ISO 19650 from a project management perspective. 48. Retrieved 28 de Julio de 2024, from www.efcanet.org
- González, W., y Lesmes, C. (02 de Enero de 2019). Siete dimensiones de un proyecto de construcción con la metodología Building Information Modeling. *L'esprit Ingenieux*, 08. Retrieved 27 de Julio de 2024, from <http://revistas.ustatunja.edu.co/index.php/lingenieux/article/view/1659>
- Ibañez, Á., y Herrera , D. (01 de Febrero de 2022). *UNIVERSIDAD SANTO TOMAS*. Guía de implementación BIM enfocada en la dimension 6D: <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/42882>

Prado, G. (Octubre de 2018). *PUCP*. Retrieved 27 de Julio de 2024, from

<https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio//handle/20.500.12404/13009>

Preidel, C., Borrmann, A., Mattern, H., Konig, M., y Eric, S. (Septiembre de 2018).

Researchgate.net. Retrieved Julio de 2024, from CommonData Environment:

https://www.researchgate.net/publication/327760132_Common_Data_Environment

Rio, C. d. (2018). *Universidad Carlos de madrid*. Retrieved 28 de Julio de 2024, from

<https://e-archivo.uc3m.es/entities/publication/925b386e-d064-43c8-a0c0-b4de7ab074ed>

Rodriguez, K. (2024). *UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK*. Retrieved 28 de Julio

de 2024, from <https://repositorio.uisek.edu.ec/handle/123456789/5229>

Anexos