



UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL

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

**Título del Trabajo de Titulación
“Integración de la metodología BIM en el desarrollo del proyecto Centro de
Interpretación Cultural Pifo, Rol líder MEP y Sostenibilidad”**

Autor:

Osmar Fernando López Espinoza

Quito, marzo 2025

DECLARACIÓN JURAMENTADA

Yo, OSMAR FERNANDO LOPEZ ESPINOZA, con cédula de identidad # 172619881-3, 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, 3

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

D. M. Quito, marzo 2025



Osmar Fernando López Espinoza

Correo electrónico: osmar.lopez@uisek.edu.ec



DECLARATORIA

El presente trabajo de investigación titulado:

**“ INTEGRACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN EL DESARROLLO
DEL PROYECTO CENTRO DE INTERPRETACIÓN CULTURAL PIFO, ROL
LÍDER MEP Y SOSTENIBILIDAD”**

Realizado por:

OSMAR FERNANDO LÓPEZ ESPINOZA

como Requisito para la Obtención del Título de:

MAGISTER EN GERENCIA DE PROYECTOS BIM

ha sido dirigido por el profesor

Arq. MTR. Gustavo Francisco Vásquez Andrade

quien considera que constituye un trabajo original de su autor

FIRMA

**INTEGRACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN EL DESARROLLO DEL
PROYECTO CENTRO DE INTERPRETACIÓN CULTURAL PIFO, ROL
LÍDER MEP Y SOSTENIBILIDAD**

Por

Osmar Fernando López Espinoza

Marzo 2025

Aprobado:

Primer Nombre, Inicial, Primer Apellido, Inicial, Tutor

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

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

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

Aceptado y Firmado: _____ día, mes, año
Primer Nombre, Inicial, Primer Apellido, Inicial.

Aceptado y Firmado: _____ día, mes, año
Primer Nombre, Inicial, Primer Apellido, Inicial.

Aceptado y Firmado: _____ día, mes, año
Primer Nombre, Inicial, Primer Apellido, Inicial.

_____ día, mes, año

Primer Nombre, Inicial, Primer Apellido, Inicial.
Presidente(a) del Tribunal
Universidad Internacional SEK

Dedicatoria

Todo el trabajo, esfuerzo y dedicación que se represente en este documento, fruto de un año de carrera, quiero dedicárselo a mi familia y principalmente a mi pequeña hija que a su muy corta edad ha sido origen de bastas cantidades de impulso, también a la madre de mi hija que juntos hemos establecido un pequeño hogar y a mi padre, madre, hermana y su familia; que con su gran amor han sabido apoyarme y alentarme para poder alcanzar este nuevo objetivo.

Agradecimiento

Quiero plasmar mi profundo agradecimiento en este documento a las personas docentes que han dado el tiempo necesario para impartir sus conocimientos de forma tan paciente y amable, sepan que sus enseñanzas formarán parte de mi vida. También a mis compañeros de estudio que junto con su apoyo y camaradería fue posible finalizar este trabajo. Finalmente, y más importante a cada miembro mi familia que sin su amor no hubiese podido culminar esta etapa, mi infinito agradecimiento.

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 planta y 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

Indice de Figuras	9
Capítulo 1: INTRODUCCIÓN.....	14
1.1 Objetivos del trabajo y descripción	15
1.2 Interés personal y metas	16
1.3 Descripción de la estructura de la entrega y contenido	16
1.3.1 Documentos iniciales del Promotor.....	17
1.3.1.1 Planos 2D Preliminares	17
1.3.1.2 Presupuesto Preliminar	17
1.3.2 Idea conceptual respecto al diseño arquitectónico.....	18
1.3.2.1 Representación social y cultural	18
1.3.2.2 Espacios flexibles y multifuncionales	18
1.3.2.3 Integración con el entorno Natural y Urbano	18
1.3.2.4 Fomento de la participación comunitaria	19
1.3.2.5 Innovación y Modernidad.....	19
1.4 Visión del proyecto.....	20
1.5 Contexto del proyecto.....	21
1.6 Contexto geográfico y social.....	21
1.7 Contexto cultural	22
1.8 Ubicación Geográfica.....	23
1.9 Ubicación del predio.....	24
1.10 Acercamiento al predio.....	25
1.11 Componentes Arquitectónicos.....	25
1.11.1 Zona Pública	26

1.11.2 Zona de interpretación	26
1.11.3 Zona de Representaciones Sociales	26
1.11.4 Zona de servicios	27
1.11.5 Circulaciones	27
1.11.6 Parqueaderos.....	27
1.12 Integración con el predio y el entorno	28
1.13 Relación espacial y funcional.....	28
1.14 Componentes Estructurales	29
1.14.1 Pórticos metálicos.....	29
1.14.2 Sistemas de arriostramiento.....	30
1.14.3 Bases y fundaciones.....	30
1.15 Tiempo de ejecución del proyecto.....	30
1.16 BIM en el proyecto	31
1.16.1 Planificación y diseño.....	31
1.16.1.1 Modelado 3D	31
1.16.1.2 Simulación de construcción 4D	31
1.16.1.3 Estimación de costos 5D.....	31
1.16.1.4 Sostenibilidad 6D.....	32
Capítulo 2: Marco Teórico	33
2.1. Metodología BIM	33
2.1.1. Antecedentes.....	33
2.1.2. BIM en el Ecuador.....	34
2.1.3. BIM en la Construcción.....	35
2.1.4. Herramientas BIM	36

2.1.4.1 Entorno Común de Datos (CDE).....	36
2.1.4.2 Interoperabilidad y Formatos (IFC).....	37
2.1.4.3 Herramientas BIM más Utilizadas a Nivel Mundial	37
2.1.4.3.1 Autodesk Revit	37
2.1.4.3.2 ArchiCAD.....	37
2.1.4.3.3 Bentley Systems	37
2.1.4.3.4 Tekla Structures	38
2.1.4.3.5 Navisworks	38
2.1.4.3.6 Solibri Model Checker.....	38
2.1.4.3.7 Dynamo.....	38
2.1.4.3.8 Rhino + Grasshopper	38
2.1.4.4 Aplicaciones en Todas las Dimensiones del BIM	39
2.2. Fases de Implementación BIM.....	39
2.2.1. Fase de conceptualización	39
2.2.1.1 Evaluación Inicial	40
2.2.1.2 Definición de Objetivos.....	40
2.2.1.3 Identificación de Proyectos Piloto	40
2.2.1.4 Formación de un Equipo BIM	40
2.2.1.5 Elaboración de un Plan de Implementación	40
2.2.1.6 Capacitación y Formación	41
2.2.1.7 Establecimiento de Protocolos y Estándares	41
2.2.1.8 Evaluación de Herramientas y Tecnologías	41

2.2.2. Fase de criterio de diseño	41
2.2.2.1 Definición de Objetivos de Diseño	42
2.2.2.2 Selección de Herramientas y Tecnologías	42
2.2.2.3 Establecimiento de Protocolos de Trabajo	42
2.2.2.4 Modelado Inicial	42
2.2.2.5 Coordinación Interdisciplinaria	43
2.2.2.6 Simulación y Análisis	43
2.2.2.7 Revisión y Validación	43
2.2.2.8 Documentación y Comunicación	43
2.2.3. Fase de diseño detallado	43
2.2.3.1 Desarrollo del Modelo Detallado	44
2.2.3.2 Coordinación Interdisciplinaria Avanzada	44
2.2.3.3 Simulación y Análisis Avanzados	44
2.2.3.4 Generación de Documentación Constructiva	45
2.2.3.5 Revisión y Validación del Diseño	45
2.2.3.6 Preparación para la Construcción	45
2.2.3.7 Comunicación y Colaboración	45
2.2.4. Fase de construcción	45
2.2.4.1 Modelos Actualizados en Tiempo Real	46
2.2.4.2 Gestión de la Construcción y Planificación	46
2.2.4.3 Coordinación y Resolución de Conflictos	46
2.2.4.4 Visualización y Comunicación	46

2.2.4.5 Control de Calidad y Documentación.....	47
2.2.4.6 Gestión de Costos e Insumos.....	47
2.2.4.7 Planificación de la Construcción y Logística	47
2.2.4.8 Gestión de Cambios y Actualizaciones	47
2.2.4.9 Integración con Tecnologías Emergentes.....	47
2.2.5. Fase de Operación y mantenimiento.....	48
2.2.5.1 Gestión de Información y Activos.....	48
2.2.5.2 Mantenimiento Predictivo y Preventivo	48
2.2.5.3 Planificación y Coordinación de Mantenimiento	48
2.2.5.4 Simulación y Análisis de Operaciones	48
2.2.5.5 Gestión de Renovaciones y Modificaciones.....	49
2.2.5.6 Documentación y Reportes.....	49
2.2.5.7 Capacitación y Operación del Personal	49
2.2.5.8 Integración con Sistemas de Gestión de Edificios (BMS).....	49
2.2.5.9 Optimización de Recursos y Costos	50
2.3. Dimensiones BIM.....	51
2.3.1. Modelo Tridimensional de proyecto (3D)	52
2.3.2. Programación de tiempos (4D).....	52
2.3.3. Control de Costos (5D).....	52
2.3.4. Sostenibilidad (6D).....	53
2.3.5. Mantenimiento (7D)	53
2.4. Roles y Responsabilidades	53
2.4.1. BIM Manager.....	54

2.4.2. Coordinador BIM.....	54
2.4.3. Líder Arquitectónico.....	55
2.4.3. Líder Estructural	55
2.4.4. Líder MEP	55
2.4.5. Líder de Sostenibilidad	55
2.5. Flujo de la Información	56
2.5.1. Entorno Común de datos	57
2.5.2. Administración de permisos	58
2.5.3. Flujo de trabajo y entrega de información.....	58
2.5.4. Gestión de versiones y documentación.....	59
2.5.5. Gestión de estados	59
2.5.5.1. Trabajo en progreso (WIP)	60
2.5.5.1. Trabajo en progreso (WIP)	60
2.5.5.2. Compartido	60
2.5.5.3. Publicado	61
2.5.5.4. Archivado	61
2.5.2. Nivel de Información (LOD).....	61
2.6. Normas y Estándares BIM.....	64
2.6.1. Norma ISO 19650.....	64
2.6.2. EIR.....	66
2.6.3. BEP	66
Capítulo 3: EMPRESA BIMCICPC.....	67
3.1 Resumen de la empresa BIMCICP	67
3.2 Contratos.....	68

CAPÍTULO 4: ROL LIDER MEP	70
4.1. Descripción del Rol	70
4.2. Funciones y responsabilidades	71
4.3. Flujo líder de disciplina MEP.....	73
4.4. Entorno común de datos	74
4.5. Protocolo de modelado	75
4.6. Plantillas de vista.....	77
4.7. Estructura del navegador de proyecto	82
4.8. Desarrollo del modelo	84
4.9. Resolución de colisiones	86
4.10. Planificación 5D y 4D	89
CAPITULO 5: ROL LIDER DE SOSTENIBILIDAD	92
5.1 Descripción del rol	92
5.2 Funciones y responsabilidades	92
5.3 Entorno común de datos	93
5.4 Flujo de trabajo.....	94
5.5. Entregables	95
5.6 Desarrollo de los análisis.....	96
5.6.1 Análisis climatológico	96
5.6.2 Análisis de la sensación térmica según los índices PMV Y PPD.....	102
5.6.2.1 Estrategias constatadas en el proyecto arquitectónico.....	105
5.6.2.2 Interpretación de resultados del análisis de la percepción del confort térmico	106
5.6.3 Análisis de asoleamiento	107
5.6.3.1 Interpretación de resultados.....	117

5.6.4 Análisis de iluminación natural	121
Selección de las áreas de análisis.....	121
5.6.4.1 Interpretación de resultados	130
5.6.4.2 Recomendaciones y propuestas	130
5.5.4.3 Aplicación de las estrategias propuestas.....	132
5.6. Análisis de la eficiencia energética, estrategias y aplicación con insight	133
Capítulo 6: Conclusiones y Recomendaciones	140
Conclusiones Líder MEP.....	140
Conclusiones Líder de sostenibilidad	141
Bibliografía.....	143
ANEXOS	144
Anexo A: Planos MEP.....	144
Anexo B: Presupuesto MEP	153

Índice de Figuras

Ilustración 1 Propuesta conceptual y partido arquitectónico.....	19
Ilustración 2 Ponderación del sitio de intervención	21
Ilustración 3 Ubicación geográfica de Pifo	22
Ilustración 4 Logo de guía informativa de Pifo	23
Ilustración 5 IRM Informe de Regulación Metropolitana.....	24
Ilustración 6 Esquema de composición y forma arquitectónica.....	28
Ilustración 7: Entorno Común de Datos estructurado en capas compuestas por elementos técnicos individuales.	57
Ilustración 8: Gestión de estados.....	60
Ilustración 9: Nivel de desarrollo.	62
Ilustración 10: Ciclo de vida de la gestión de la información	65
Ilustración 11: Logo BIMCICP, 2024. Fuente:	67
Ilustración 12: Contrato trabajo empleados, 2024.....	69
Ilustración 13Responsabilidades líder MEP.....	71
Ilustración 14: Flujo de trabajo MEP.	73
Ilustración 15. Entorno Común de datos MEP	74
Ilustración 16: Protocolo de modelado Fontanería.....	76
Ilustración 17: Protocolo de modelado de electricidad.	77
Ilustración 18. Plantillas de vista fontanería.....	78
Ilustración 19. Aplicación plantilla de vista para alcantarillado	79
Ilustración 20. Aplicación plantilla de vista para agua potable.....	79
Ilustración 21. Plantilla de vista eléctrica.....	80
Ilustración 22. Aplicación de plantilla de vista para iluminación	81
Ilustración 23. Aplicación de plantilla de vista para potencia.....	81

Ilustración 24: Organización del navegador de vistas fontanería.....	82
Ilustración 25: Organización del navegador de tablas fontanería.	83
Ilustración 26: Navegador de vistas de electricidad.	83
Ilustración 27: Navegador de tablas de electricidad.....	84
Ilustración 28. Modelo fontanería finalizado	84
Ilustración 29. Modelo eléctrico finalizado	85
Ilustración 30. Modelo fontanería 100% auditado	85
Ilustración 31. Modelo eléctrico 100% auditado.....	86
Ilustración 32. Lista de grupos MEP.	86
Ilustración 33. Matriz de interferencias.....	87
Ilustración 34. Revisión de colisiones.....	87
Ilustración 35. Informe de conflictos hidrosanitario	88
Ilustración 36. Informe de colisiones eléctrico.....	89
Ilustración 37. Partidas instalaciones hidrosanitarias	90
Ilustración 38. Partidas instalaciones eléctricas.	91
Ilustración 39. Simulación constructiva	91
Ilustración 40. Entorno común de datos de Sostenibilidad	93
Ilustración 41: Flujo de trabajo sostenibilidad.	95
Ilustración 42: mapa de estaciones meteorológicas.....	97
Ilustración 43: Rangos de temperatura anual.	98
Ilustración 44: Zonas climáticas de Pichincha.	98
Ilustración 45: Temperatura del bulbo seco.	99
Ilustración 46: Rango del Bulbo Seco.....	99
Ilustración 47: Humedad relativa anual.....	100
Ilustración 48: Bulbo Seco Vs Humedad Relativa.	100

Ilustración 49: Rosa de los Vientos.....	101
Ilustración 50: Índice PPD en función del PMV.....	102
Ilustración 51: Diagrama psicosomático sin modificar.....	103
Ilustración 52: Diagrama psicosomático modificado.....	104
Ilustración 53: Diagrama psicosomático con estrategias de diseño.....	106
Ilustración 54: Orientación del proyecto.....	107
Ilustración 55: Circulación solar.....	108
Ilustración 56: Equinoccio 09:00am.....	108
Ilustración 57: Incidencia solar 09.00am.....	109
Ilustración 58: Equinoccio 12:00pm.....	109
Ilustración 59: Incidencia solar 12.00pm.....	110
Ilustración 60: Equinoccio 16:00pm.....	110
Ilustración 61: Incidencia solar 16.00pm.....	111
Ilustración 62:09:00am Solsticio.....	111
Ilustración 63:09:00am incidencia solsticio.....	112
Ilustración 64: 12:00pm Solsticio.....	112
Ilustración 65:12:00pm incidencia solsticio.....	113
Ilustración 66:16:00pm Solsticio.....	113
Ilustración 67:16:00pm incidencia solsticio.....	114
Ilustración 68: 09:00am Solsticio.....	114
Ilustración 69:09:00am incidencia solsticio.....	115
Ilustración 70:12:00am Solsticio.....	115
Ilustración 71:12:00am incidencia solsticio.....	116
Ilustración 72:16:00am Solsticio.....	116
Ilustración 73:16:00am incidencia solsticio.....	117

Ilustración 74: Aplicación de estrategia 19.	118
Ilustración 75: Aplicación de estrategia 67.	119
Ilustración 76: Aplicación de estrategia 23.	119
Ilustración 77: Aplicación de estrategia 2.	120
Ilustración 78. Áreas de análisis lumínico.....	122
Ilustración 79. Áreas de análisis lumínico, planta 2.....	123
Ilustración 80: Rango de análisis.....	124
Ilustración 81: Tabla de rangos de iluminación.	124
Ilustración 82. Tabla de resultados 1	125
Ilustración 83. Tabla de resultados 5 y 6.....	125
Ilustración 84. Tabla de resultados 4.....	126
Ilustración 85. Tabla de resultados 5.....	126
Ilustración 86. Tabla de resultados 6.....	127
Ilustración 87. Tabla de resultados 7.....	127
Ilustración 88. Tabla de resultados 10.....	128
Ilustración 89. Tabla de resultados 9.....	128
Ilustración 90. Tabla de resultados 11	129
Ilustración 91. Tabla de resultados 12.....	129
Ilustración 92: Sombra de ramaje de un árbol.....	131
Ilustración 93: Propuesta pérgola.	131
Ilustración 94: Aplicación de la primera estrategia.....	132
Ilustración 95: Ilustración 65: Aplicación de la segunda estrategia.	132
Ilustración 96: Modelo analítico en Insigth.....	133
Ilustración 97: Resultados preliminares en Insigth.	134
Ilustración 98: Relación ventana-pared, fachada norte.	135

Ilustración 99: Relación ventana-pared, fachada este.	135
Ilustración 100: Relación ventana-pared, fachada oeste.	135
Ilustración 101: Relación ventana-pared, fachada sur.....	136
Ilustración 102: Elementos de sombra en fachada norte.	136
Ilustración 103: Iluminación natural y controles de ocupación.....	137
Ilustración 104: Eficiencia de carga de enchufes.	138
Ilustración 105: Horario de funcionamiento planificado.....	139
Ilustración 106: Resultados de las estrategias implementadas.	139

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 planta y 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), evaluando el impacto ambiental y asegurando prácticas constructivas responsables.

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 activa 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.

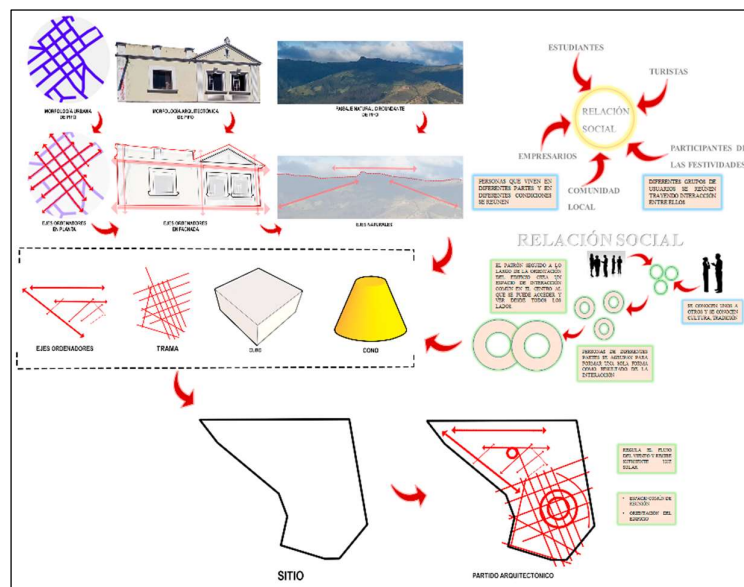


Ilustración 1 Propuesta conceptual y partido arquitectónico

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

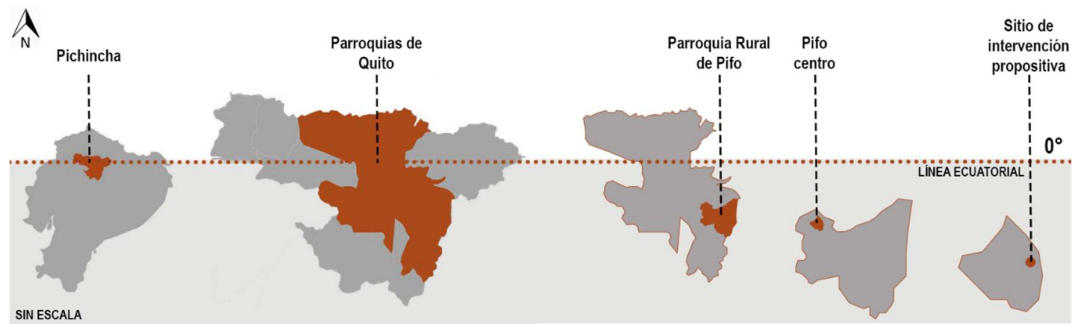


Ilustración 2 Ponderación del sitio de intervención

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.

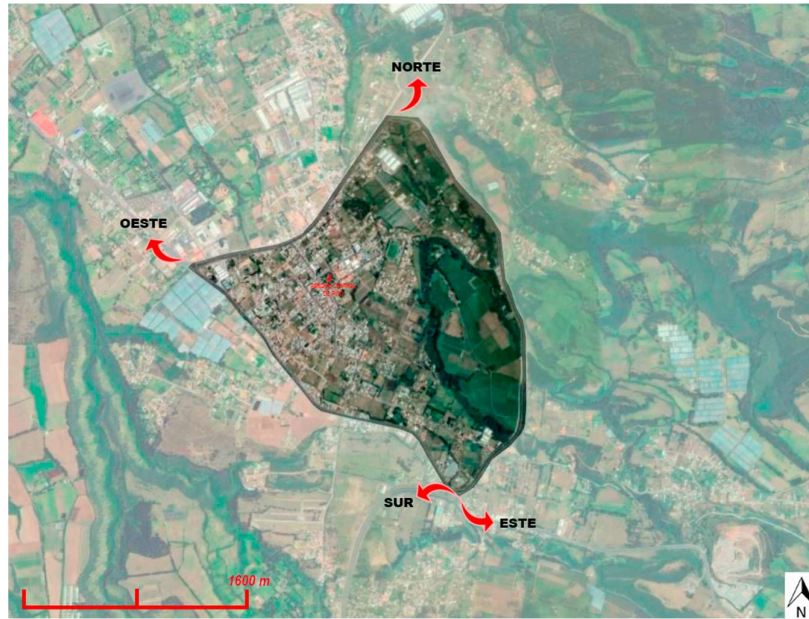


Ilustración 3 Ubicación geográfica de Pifo

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 de Pifo centro. 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.

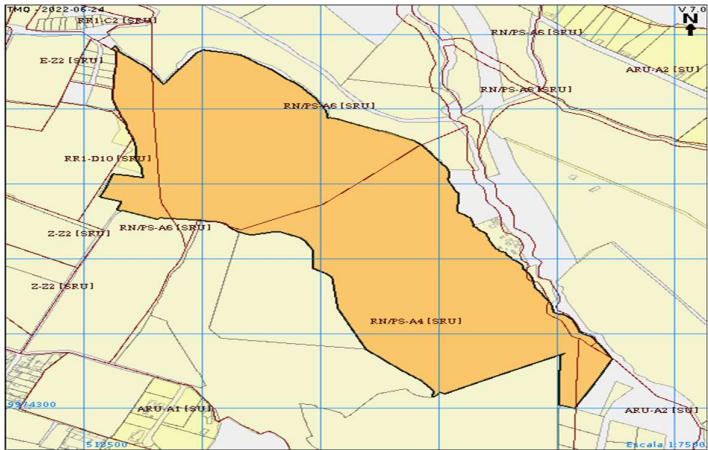


Ilustración 5 IRM Informe de Regulación Metropolitana

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.

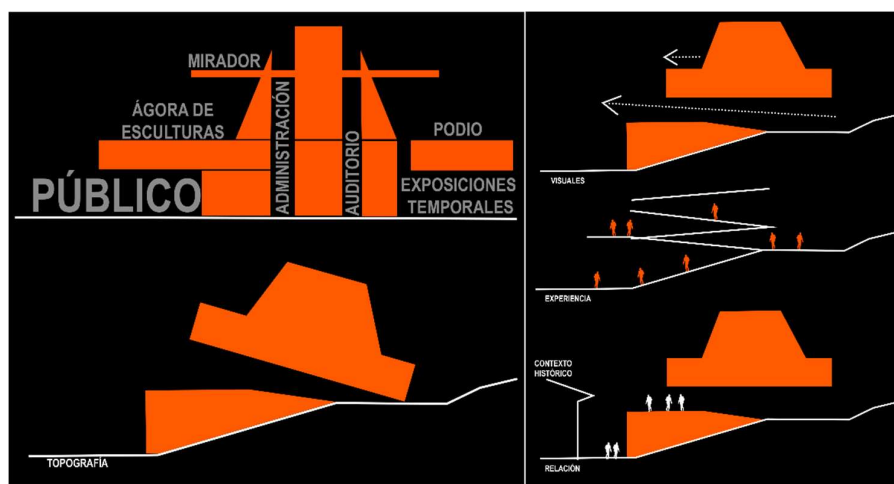


Ilustración 6 Esquema de composición y forma arquitectónica

Adaptado de "Diseño de un centro de interpretación como representación social para la difusión de la cultura popular de Pifo", por F. Ullaui, 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 nueve 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 24-08-2024 como inicio de obra y fecha de fin de obra 31-05-2025 para realizar el modelo considerando 2 meses de movimiento de tierras, 3 meses de montaje de estructura metálica y 4 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 el rendimiento ambiental del proyecto. En el Centro de Interpretación Cultural de Pifo, se llevan a cabo los siguientes análisis utilizando BIM para asegurar la sostenibilidad.

Análisis climatológico: Evaluación de las condiciones climáticas locales para diseñar estrategias de adaptación y mitigación.

Análisis de orientación: Determinación de la mejor orientación del edificio para maximizar la eficiencia energética y el confort térmico.

Análisis de asoleamiento y diagramas solares: Estudio del impacto del sol 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.

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

Estos análisis permiten una comprensión profunda de cómo el diseño y la operación del edificio afectan su sostenibilidad, facilitando la implementación de soluciones que mejoren su rendimiento ambiental.

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.

El modelado de información de construcción bim es más que una simple metodología 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 significativo 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 un edificio o 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 y la comunicación entre los actores 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, lo que ayuda en la toma de decisiones. Bim no es una herramienta, es un concepto de ejecución de proyecto llamado bim. Bim es una buena herramienta pero tiene sus inconvenientes. Las herramientas Bim requieren un cambio cultural en la forma en que las personas trabajan y capacitación para usarlas. La resistencia al cambio y la necesidad de inversiones iniciales pueden obstaculizar su implementación. Bim es un proyecto público financiado por gobiernos de diferentes países. Bim se está volviendo más común en el sector privado y se espera que aumente su uso en el sector privado.

2.3. Dimensiones BIM

Las dimensiones BIM son un intento de claridad específica sobre la parte conceptual y operativa de un proyecto, actualmente en el sector de la construcción. Varias empresas tienden a trabajar con el conocido CAD, sin embargo, al momento de desarrollarlo el diseño de manera tradicional, la información obtenida se representa en planos 2D y textos, siendo estas especificaciones técnicas. Esta manera de representar la información de los proyectos cambia en el entorno BIM mediante las dimensiones. BIM representa una metodología basada en el trabajo integral y colaborativo mediante un modelo 3D enriquecido con información detallada y dinámica en la que intervienen todos los agentes involucrados en el proceso de construcción. Cada profesional se encarga de diseñar su parte correspondiente y luego integra su archivo en un modelo único de información compartida. (Prado, 2018)

2.3.1. Modelo Tridimensional de proyecto (3D)

Se trata del modelado del proyecto orientado a los objetos [columnas, vigas, muros, etc.] Este modelo representará la información del diseño arquitectónico y de cada una de las disciplinas que integran el proyecto. Esta fase es de gran importancia en cuanto a la introducción de datos que afectara a dimensiones posteriores (EDITECA, 2024).

Con esta dimensión permitimos capturar detalles esenciales, como la longitud, el diámetro, el recorrido y otros atributos relacionados con elementos lineales dentro de un edificio o infraestructura. La información asociada a estos elementos puede incluir datos sobre el material, la capacidad, la clasificación y otros aspectos que son fundamentales para la planificación, diseño, construcción y 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 & Lesmes, 2019)

2.3.3. Control de Costos (5D)

Esta Dimensión es una de las más atractivas ya que se conversa del dinero o capital que se requiere invertir para la obra, en este apartado se pretende utilizar modelos digitales para incluir proporciones detalladas de costos en tiempo real, dependiendo del LOD con el que se hizo el modelo. Con esta información se hacen estimaciones de costos, las cuales son mucho más precisas que las realizadas de manera tradicional usando planos, 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 & 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 & 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, & Sole, 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 liderar la implementación exitosa de la metodología BIM, optimizar la eficiencia y calidad del proyecto, superando las limitaciones de los métodos tradicionales y asegurando una transición efectiva hacia la metodología BIM, sobre todo debe:

- Desarrollar los protocolos BIM de acuerdo con los Requisitos de Información del Clientes (EIRs) así como la definición de objetivos y usos del cliente.
- Impulsar su desarrollo y definir el alcance del proyecto. De igual modo, para la puesta en marcha del proyecto desarrollará el acta de constitución del proyecto.
- Se encargará de la selección y conformar y liderar el proyecto. En este proceso deberá identificar y evaluar a los agentes del proyecto y generar el plan de gestión del proyecto, incluyendo: alcance, presupuesto y cronograma. (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, Sánchez, & Sole, 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)

2.4.3. Líder Estructural

Dirigir la aplicación de la metodología BIM en el ámbito estructural, supervisar el modelado y desarrollo de la información BIM relacionada con las estructuras, garantizar la coherencia y calidad de los modelos estructurales, liderar la adopción efectiva de herramientas BIM especializadas en ingeniería estructural, optimizar la eficiencia y calidad de la ingeniería estructural a través de la implementación de BIM (Rodriguez, 2024).

2.4.4. Líder MEP

Dirigir la implementación de la metodología BIM en el ámbito de sistemas mecánicos, eléctricos y de fontanería, supervisar el modelado y desarrollo de la información BIM, garantizar la coherencia y calidad de los modelos MEP, resolver desafíos técnicos relacionados con sistemas MEP y coordinar la entrega de modelos detallados de sistemas MEP, optimizar la eficiencia y calidad de la planificación y diseño de sistemas MEP a través de la implementación de BIM (Rodriguez, 2024).

2.4.5. 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 al 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.

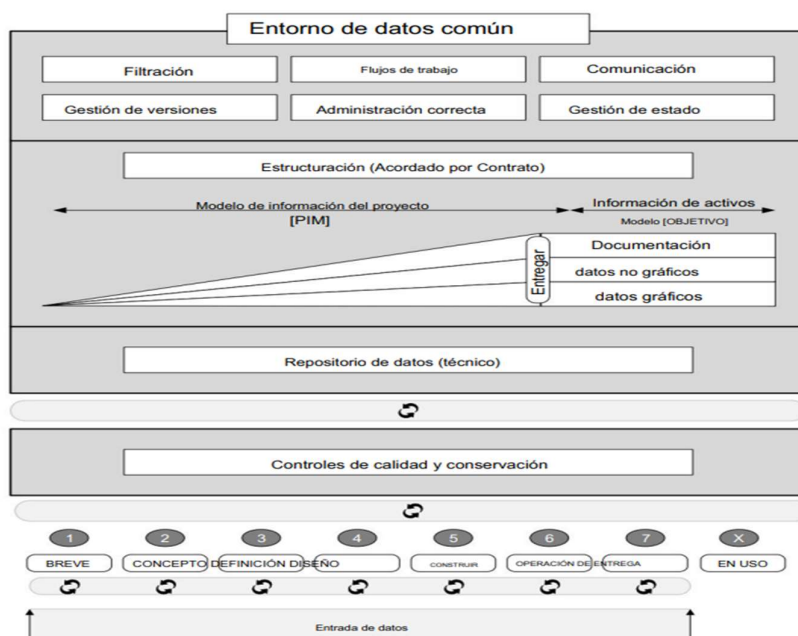


Ilustración 7: Entorno Común de Datos estructurado en capas compuestas por elementos técnicos individuales.

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.

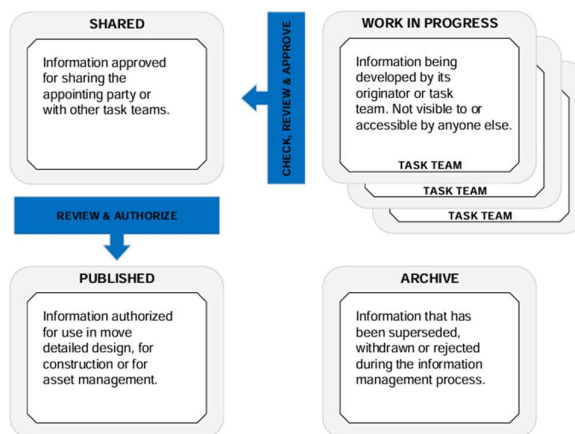


Ilustración 8: Gestión de estados

Fuente: ISO/DIS 19650-1 (2017).

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)

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 designante 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 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.

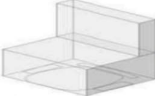
LEVEL of DEVELOPMENT				
LOD 100	LOD 200	LOD 300	LOD 400	LOD 500
				
DESCRIPTION: Office Chair Arms, Wheels WIDTH: 685 DEPTH: 450 HEIGHT: 1100 MANUFACTURER: Herman Miller, Inc. MODEL: Mirra LOD: 100	DESCRIPTION: Office Chair Arms, Wheels WIDTH: 700 DEPTH: 450 HEIGHT: 1100 MANUFACTURER: Herman Miller, Inc. MODEL: Mirra LOD: 200	DESCRIPTION: Office Chair Arms, Wheels WIDTH: 700 DEPTH: 450 HEIGHT: 1100 MANUFACTURER: Herman Miller, Inc. MODEL: Mirra LOD: 300	DESCRIPTION: Office Chair Arms, Wheels WIDTH: 685 DEPTH: 450 HEIGHT: 1085 MANUFACTURER: Herman Miller, Inc. MODEL: Mirra LOD: 400	DESCRIPTION: Office Chair Arms, Wheels WIDTH: 685 DEPTH: 450 HEIGHT: 1085 MANUFACTURER: Herman Miller, Inc. MODEL: Mirra LOD: 400 PURCHASE DATE: 01/02/2013

Ilustración 9: Nivel de desarrollo.

Fuente: Elaboración propia

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.

Los clientes del sector público y privado exigen 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 que, 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

Fuente: ISO 19650. (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. (Ver Anexo 1)

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. (Ver Anexo 2)

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

Capítulo 3: EMPRESA BIMCICPC

3.1 Resumen de la empresa BIMCICP



Ilustración 11: Logo BIMCICP, 2024. Fuente:

Elaboración propia

BIMCICP 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 un entorno constructivo 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 Anexo 1). 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-B, 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 Pílo.

El proyecto motivo del presente contrato, se determina como un centro de interpretación cultural de aproximadamente de 1600.00 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 enfocados 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 una plataforma formal de gestión del proyecto, usando TRELLO para tener una secuencia de actividades.

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
- Gestionar 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

Se determina que se debe trabajar en conjunto con las otras disciplinas para diseño y planificación aportando los criterios profesionales con respecto a la coordinación BIM.

Octava. - 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.

Novena. - Controversia.

En caso de controversia, los suscritos, contratante y contratista se someten al tribunal de lo civil y laboral de la ciudad de Quito.

Décima. - 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 trabajo empleados, 2024.

Fuente: BIMCICP, 2024

CAPÍTULO 4: ROL LIDER MEP

4.1. Descripción del Rol

El Líder MEP es el profesional que desempeñará para la empresa BIMCICP las funciones de llevar a cabo el correcto desarrollo, control y supervisión del modelo 3D, de las subdisciplinas de instalaciones e ingenierías que se mencione en el contrato EIR, correspondientes a fontanerías y eléctrica; así como la correcta representación y detalle y de cada uno de los elementos.

Hay que agregar que no existe información previa sobre las instalaciones por lo que se deberá diseñar y modelar de cero tomando como referencia la distribución arquitectónica y disposición estructural, por lo cual, estos modelos deberán tener un avance considerable de mínimo el 60%. Cabe destacar que se puede elaborar el modelo MEP directamente en un nivel de desarrollo (LOD) 300, ya que es una característica que estos softwares de modelado BIM presentan.

El correcto desempeño del rol significará que la comunicación, colaboración y coordinación se llevaron de manera eficaz con los otros miembros de la empresa, evitando de esa manera el encuentro de colisiones entre los distintos modelos, y de haberlas, establecer las correcciones y soluciones pertinentes, permitiendo un desarrollo eficiente del proyecto.

Para el desarrollo del trabajo del líder MEP se estableció previamente en el documento de contratación cuales serían los entregables de los que sería responsable:

- Modelo MEP
- Planos MEP
- Documentación con respecto al modelo MEP

Aunado a estos entregables se estableció que también brindaría apoyo y colaboración para el desarrollo y elaboración de distinta documentación indispensable para la coordinación de implementación BIM, entre los cuales son;

- El libro de estilos en el área MEP
- Las plantillas de vistas para el área MEP
- El flujo disciplinar

4.2. Funciones y responsabilidades

Las funciones del líder MEP para el proyecto Centro de Interpretación Cultural Pifo, como ya se mencionó, fueron el de supervisar, controlar y llevar a cabo el modelado conforme a la disciplina MEP y manejarlo en un detalle de LOD 300.

En cuanto a la responsabilidad que tiene a cargo el líder MEP, tiene que ver principalmente con garantizar el correcto desarrollo de los diferentes modelos subdisciplinares según lo requerido por el BIM Manager y apegándose a las directrices establecidas en el BEP, mediante la coordinación y supervisión de la información que paulatinamente se irá desarrollando. Esto será posible teniendo en claro que se deberá cumplir una serie de responsabilidades generales, las cuales son las mismas para todas las disciplinas de modelado (ilustración 13).



Ilustración 13 Responsabilidades líder MEP

Fuente: Elaboración propia

Además de estas, se puede agregar responsabilidades más específicas para detallar el trabajo que desarrolla el líder MEP, tales como:

- Verificar la entrega y uso eficaz de la información compartida y referencial para el comienzo del trabajo de modelado.
- Controlar que la organización y la utilización del entorno común de datos sea eficaz, tanto como contenedor de la información y como canal principal de comunicación hacia las otras áreas de la empresa.
- Supervisar que en los archivos de trabajo de los modelos se aplique y utilice de forma eficiente las plantillas de vista, el navegador de proyecto y el protocolo de estilos según sea pertinente para cada subdisciplina.
- Corroborar que la disciplina se desarrolla según lo establece el flujo de trabajo entregado por coordinación.
- Verificar la información subida en el entorno común de datos y controlar la calidad y avance de las versiones de los archivos en la plataforma.
- Asegurar que los modelos subdisciplinares sean auditados en un 100% antes de exportarlos al software de control de interferencias.
- Llevar a cabo la transmisión y comunicación de los entregables subidos en la plataforma a coordinación.
- Controlar que todas las colisiones detalladas en el informe de coordinación multidisciplinar sean solucionadas de manera competente en los modelos.
- Verificar la finalización completa de los entregables y transmitirlos en el entorno común de datos a coordinación.

4.3. Flujo líder de disciplina MEP

Antes de comenzar el desarrollo del modelo, se fue entregado el flujo de trabajo para la disciplina MEP, así como también la información referencial de la cual partirá el diseño de las instalaciones, tales como los modelos estructural y arquitectónico avanzados al 60%.

También es entregada la documentación que registrá los estándares de la empresa los cuales son el protocolo de modelado, el manual de estilos, y las plantillas MEP dependiendo de la subdisciplina. En base a estos parámetros se inicia el modelado y mientras se desarrolla se realizan revisiones conforme su progreso, se señala incidencias y se resuelve, esto se realiza en el entorno común de datos. Una vez que es finalizado el modelo de cada subdisciplina (eléctrica y fontanería), se procede a auditarlos para solucionar cualquier problema, error o advertencia que pueda causar conflictos en la evaluación de conflictos multidisciplinares.

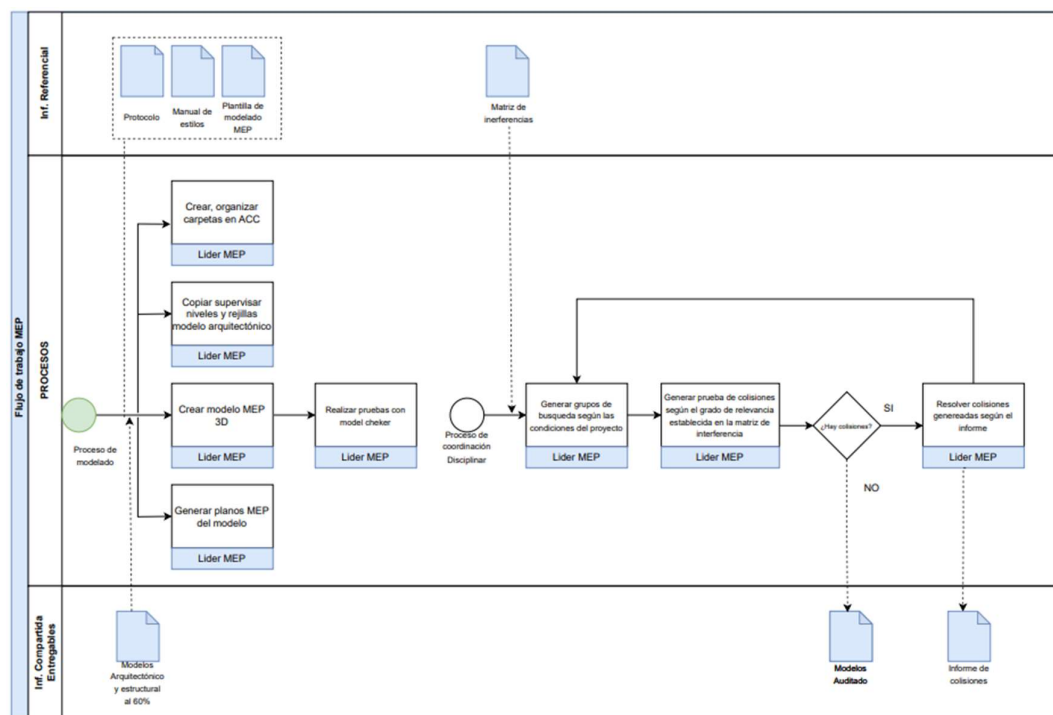


Ilustración 14: Flujo de trabajo MEP.

Fuente: Elaboración propia

4.4. Entorno común de datos

El canal principal de comunicación del líder MEP fue a través del entorno común de datos entregado por coordinación, del cual se utilizaría la plataforma web Autodesk Construction Cloud perteneciente a la compañía Autodesk, además sería lugar donde se guarde todos los archivos que contengan información relevante al desarrollo del modelo MEP. Mediante esta plataforma se asegurará el flujo eficaz del trabajo y la comunicación de los avances e informes dirigidos hacia el coordinador quien sería punto de comunicación hacia el BIM Manager y otros líderes.

Cabe destacar que el entorno común de datos estaría establecido según lo menciona la normativa ISO 19650, esto implica que se organizó las carpetas según la extensión de archivo, ya que esto definiría que tipo de información contenía, como información de modelo, planos, familias, plantillas, entre otros. El acceso a esta carpeta la tienen el líder MEP, coordinación y el BIM Manager, los líderes de otras disciplinas tienen acceso restringido.

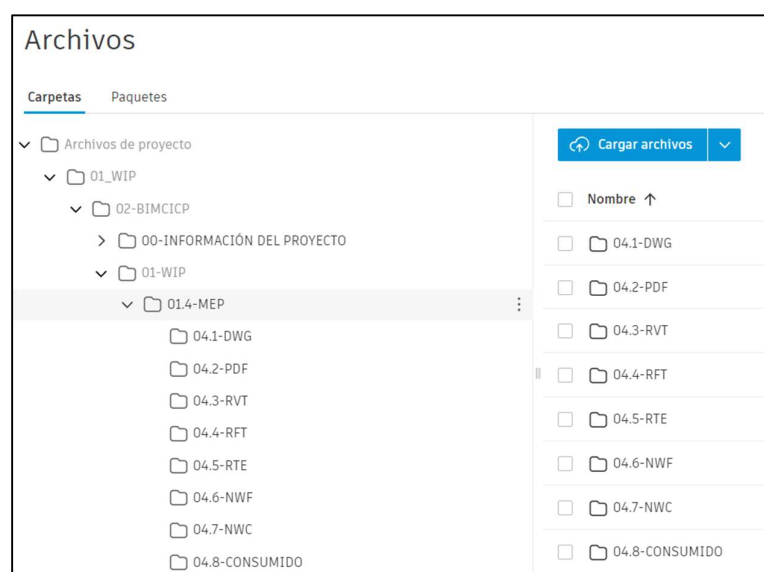


Ilustración 15. Entorno Común de datos MEP

Fuente: Elaboración propia

4.5. Protocolo de modelado

Para llevar a cabo el desarrollo del modelo, el líder MEP debe controlar que el trabajo se apegue a los protocolos de modelado establecidos para cada subdisciplina ya sea para fontanería o para eléctrica (Ilustración 16). Cabe destacar que en primer lugar existen criterios generales para el modelado de la disciplina MEP, estos son:

- Modelar como se construye
- Usar el LOD establecido para la disciplina MEP, 300.
- Usar los niveles y rejillas establecidos en el modelo arquitectónico como referencia.
- Controlar las advertencias o warnings que se muestren en el software.
- Crear un solo archivo de modelo por subdisciplina.

TUBERÍA CONDUIT				
Criterios Generales				
Tipo	Interior	Detalles	LOD	MEDICIÓN
Definición por capas	N/A			
Vinculación elementos de referencia	Niveles y Ejes			
Vinculación elementos del modelo	Anfitrión-Paredes y Losas		LOD 300	ML
Jerarquías				
Acabados	N/A			
Jerarquías				
Coordinación	Prioridad 3-MEP			
Estrategia	Según proceso constructivo	1. Se requiere respetar los elementos arquitectónicos puertas y ventanas para evitar interferencias con ARQ 2. Se requiere respetar los espacios de columnas y vigas para evitar interferencias con EST.		

TUBERÍA AGUA POTABLE				
Criterios Generales				
Tipo	Interior	Detalles	LOD	MEDICIÓN
Definición por capas	Por capa			
Vinculación elementos de referencia	Niveles y Ejes			
Vinculación elementos del modelo	A aparatos sanitarios y tubería agua potable		LOD 300	ML
Jerarquías				
Acabados	N/A			
Jerarquías				
Coordinación	Prioridad 3-MEP			
Estrategia	Según proceso constructivo	1. Se requiere respetar los elementos arquitectónicos puertas y ventanas para evitar interferencias con ARQ 2. Se requiere respetar los espacios de columnas y vigas para evitar interferencias con EST.		

APARATOS SANITARIOS				
Criterios Generales				
Tipo	Interior	Detalles	LOD	MEDICIÓN
Definición por capas	N/A			
Vinculación elementos de referencia	Niveles y Ejes			
Vinculación elementos del modelo	Tuberías		LOD 300	UNIDAD
Jerarquías				
Acabados	N/A			
Jerarquías				
Coordinación	Prioridad 3-MEP			
Estrategia	Según proceso constructivo	1. Se requiere respetar los elementos arquitectónicos puertas y ventanas para evitar interferencias con ARQ 2. Se requiere respetar los espacios de columnas y vigas para evitar interferencias con EST.		

TUBERÍA SANITARIA				
Nomenclatura	ojo para todos los elementos			
Criterios Generales				
Tipo	Interior	Detalles	LOD	MEDICIÓN
Definición por capas	N/A			
Vinculación elementos de referencia	Niveles y Ejes			
Vinculación elementos del modelo	A aparatos sanitarios y tubería sanitaria		LOD 300	ML
Jerarquías				
Acabados	N/A			
Jerarquías				
Coordinación	Prioridad 3-MEP			
Estrategia	Según proceso constructivo	1. Se requiere respetar los elementos arquitectónicos puertas y ventanas para evitar interferencias con ARQ 2. Se requiere respetar los espacios de columnas y vigas para evitar interferencias con EST.		

Ilustración 16: Protocolo de modelado Fontanería.

Fuente: Elaboración propia

INTERRUPTORES				
Criterios Generales				
Tipo	Interior	Detalles	LOD	MEDICIÓN
Definición por capas	N/A		LOD 300	UNIDAD
Vinculación elementos de referencia	Niveles			
Vinculación elementos del modelo	Muros			
Jerarquías				
Acabados	N/A			
Jerarquías				
Coordinación	Prioridad 3-MEP			
Estrategia	Según proceso constructivo			

TOMACORRIENTES				
Criterios Generales				
Tipo	Interior	Detalles	LOD	MEDICIÓN
Definición por capas	N/A		LOD 300	UNIDAD
Vinculación elementos de referencia	Niveles			
Vinculación elementos del modelo	Losa estructural			
Jerarquías				
Acabados	N/A			
Jerarquías				
Coordinación	Prioridad 3-MEP			
Estrategia	Según proceso constructivo	1. Se requiere respetar los elementos arquitectónicos puertas y ventanas para evitar interferencias con ARQ 2. Se requiere respetar los espacios de columnas y vigas para evitar interferencias con EST.		

Ilustración 17: Protocolo de modelado de electricidad.

Fuente: Elaboración propia

4.6. Plantillas de vista

Los archivos de plantillas de vista entregados por coordinación, permitirá que la visualización y visibilidad de los diferentes elementos de las subdisciplinas sean acorde a las necesidades del líder para exponer de manera detallada y coherente la información relacionada con la subdisciplina que requiera. Teniendo esto en consideración es que se aplicaron las plantillas (Ilustración 18 y 21).

Cabe mencionar que para cada subdisciplina se aplicó filtros para condicionar la visualización de los elementos de cada especialidad de manera pertinente. En este sentido, para el modelo de fontanería se requiere separar la especialidad alcantarillado y agua potable (Ilustración 19 y 20).

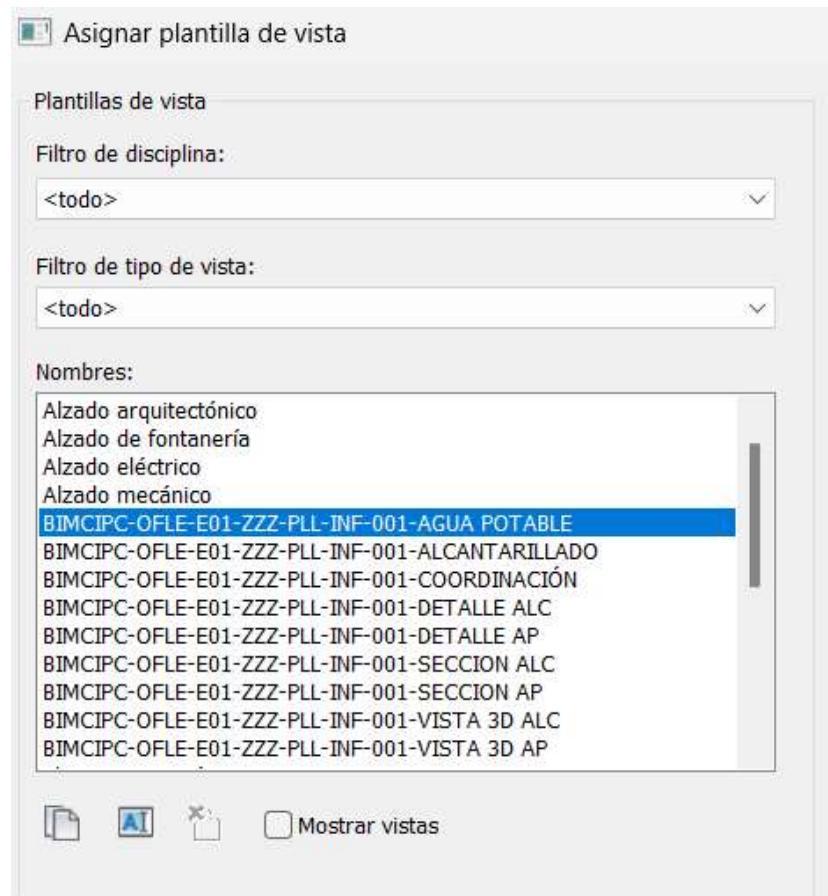


Ilustración 18. Plantillas de vista fontanería

Fuente: Elaboración propia.

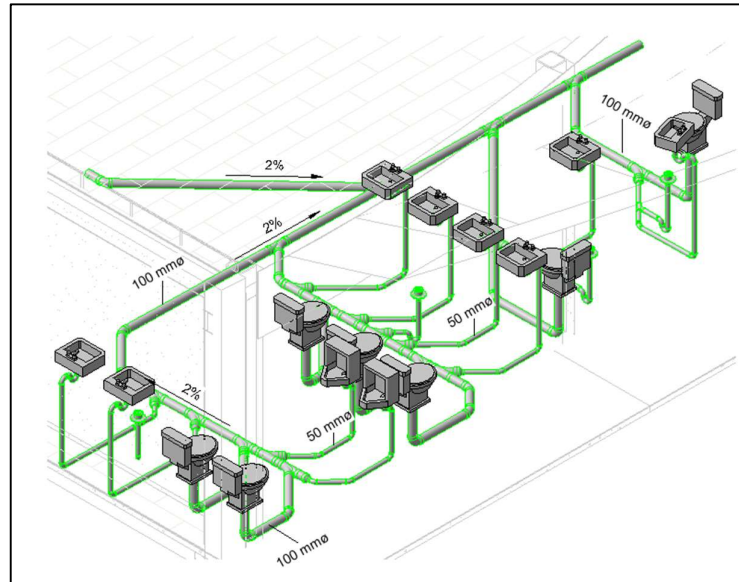


Ilustración 19. Aplicación plantilla de vista para alcantarillado

Fuente: Elaboración propia.

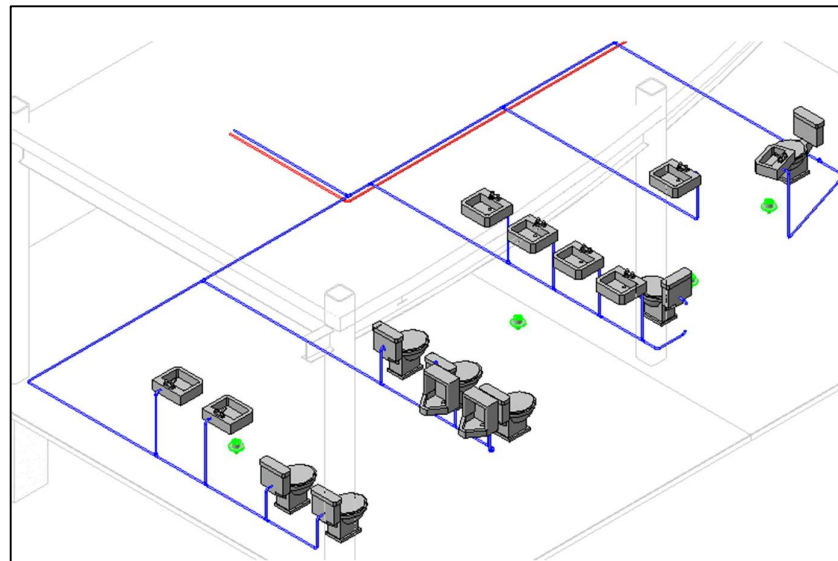


Ilustración 20. Aplicación plantilla de vista para agua potable

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al modelo eléctrico se requiere separar la subdisciplina en la especialidad de circuitos de iluminación y potencia (Ilustración 22 y 23).

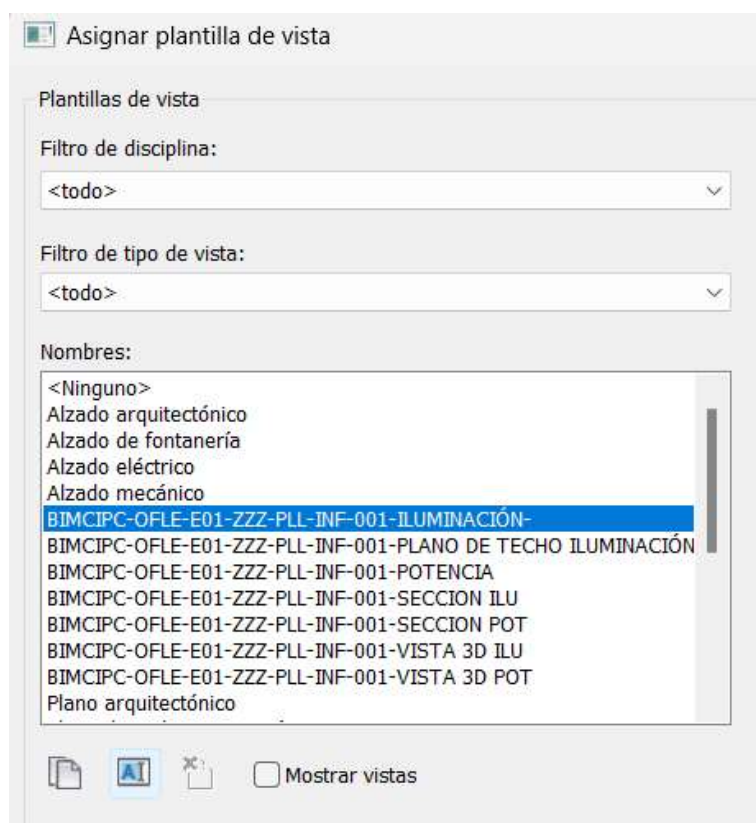


Ilustración 21. Plantilla de vista eléctrica

Fuente: Elaboración propia.

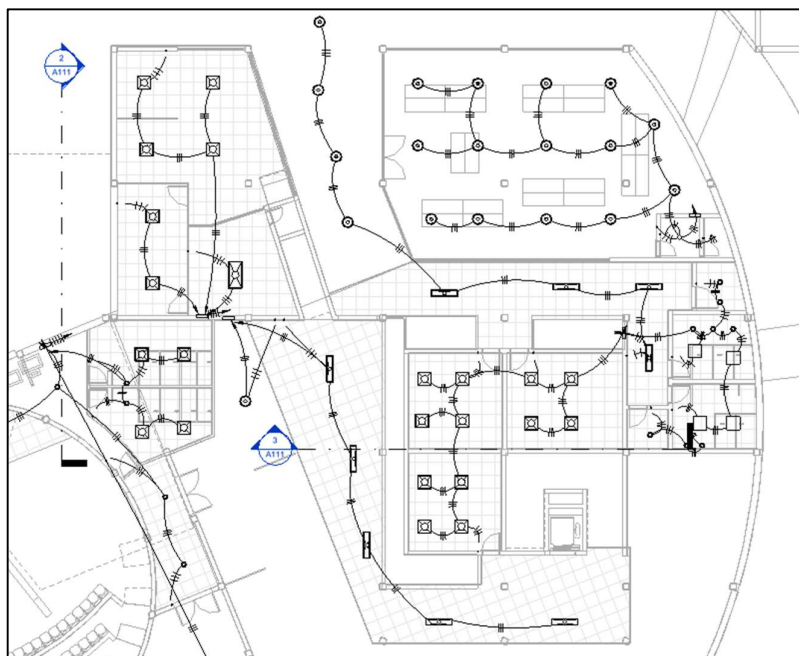


Ilustración 22. Aplicación de plantilla de vista para iluminación

Fuente: Elaboración propia.

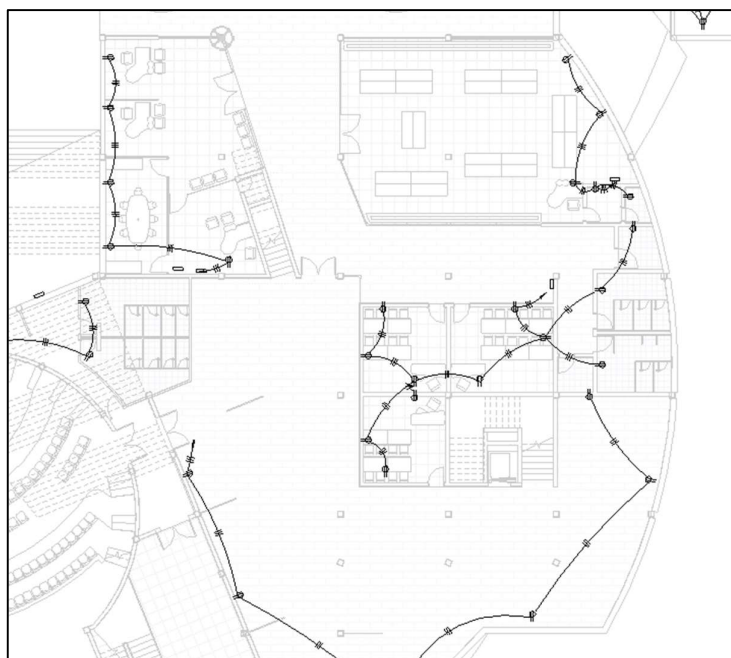


Ilustración 23. Aplicación de plantilla de vista para potencia

Fuente: Elaboración propia.

4.7. Estructura del navegador de proyecto

Al igual que las plantillas de vistas, la organización del navegador de proyecto será dependiendo de las subdisciplinas que se vayan a trabajar y a partir de ahí se establece las carpetas y subcarpetas. Dado que se trabajará a cada subdisciplina por separado se realizará dos organizaciones de navegador correspondientes a fontanería y eléctrica.

Para el navegador de la subdisciplina fontanería se organizó separando las especialidades de alcantarillado y agua potable; y a cada especialidad se le fue asignada subcarpetas de planos de planta, vistas 3D, alzados y secciones. También se agregó una tercera carpeta de coordinación donde convergen las dos especialidades.

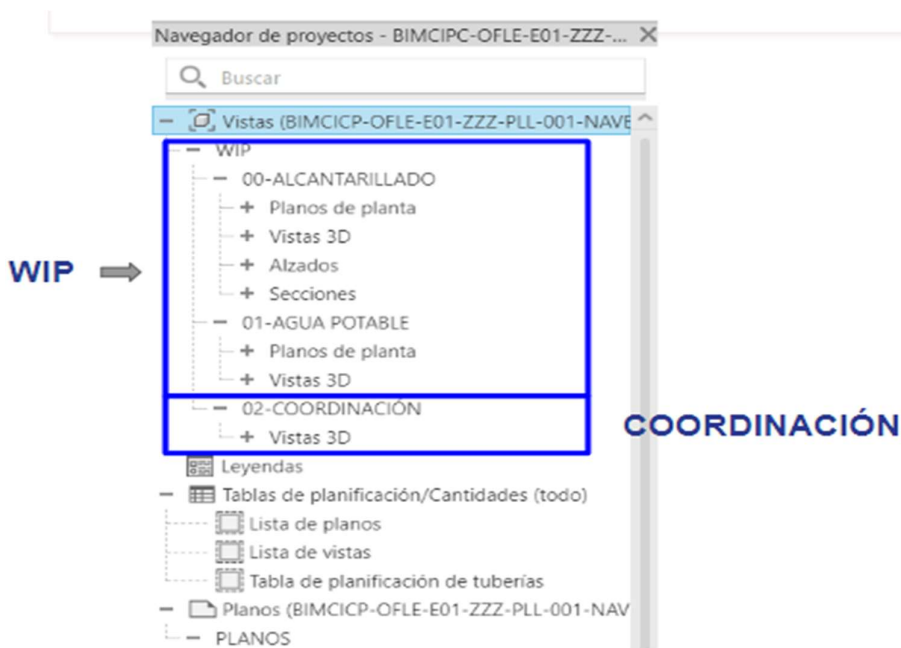


Ilustración 24: Organización del navegador de vistas fontanería

Fuente: Elaboración propia

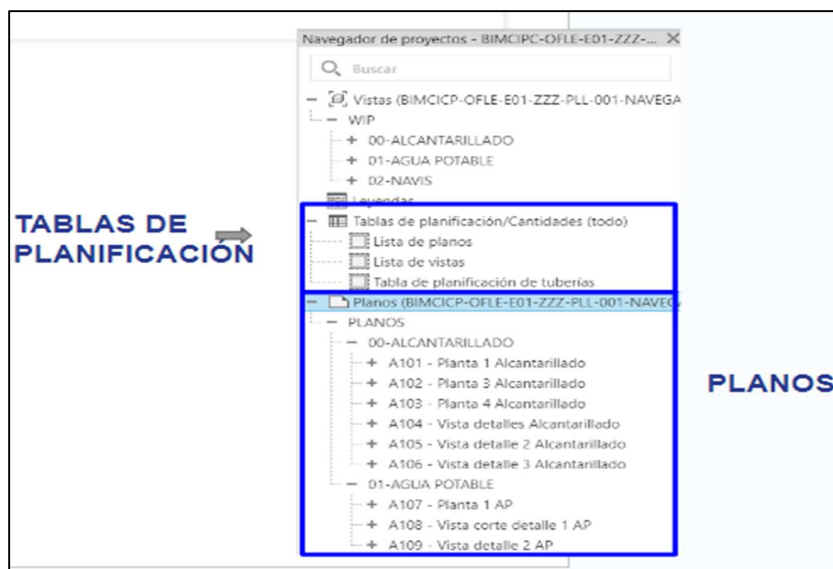


Ilustración 25: Organización del navegador de tablas fontanería.

Fuente: Elaboración propia

Para el navegador de la subdisciplina eléctrica se organizó separando las especialidades en iluminación y potencia; y a cada especialidad se le fue asignada subcarpetas de planos de planta, vistas 3D, alzados y secciones. También se agregó una tercera carpeta de coordinación donde convergen las dos especialidades.

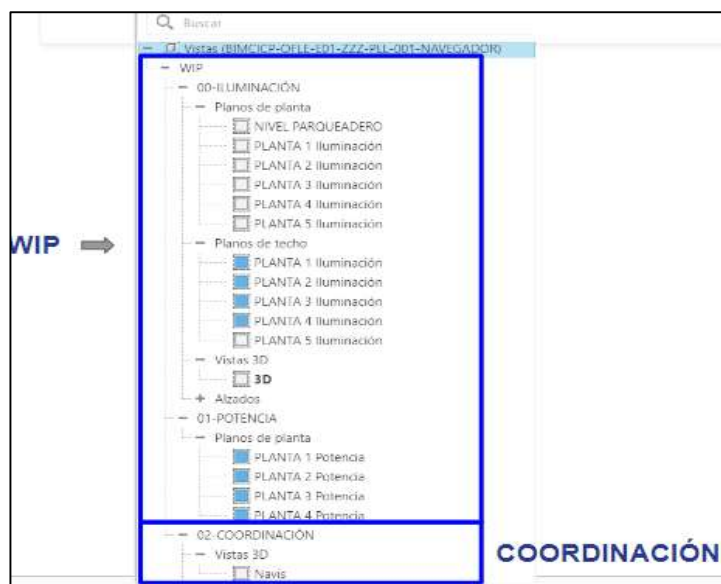


Ilustración 26: Navegador de vistas de electricidad.

Fuente: Elaboración propia

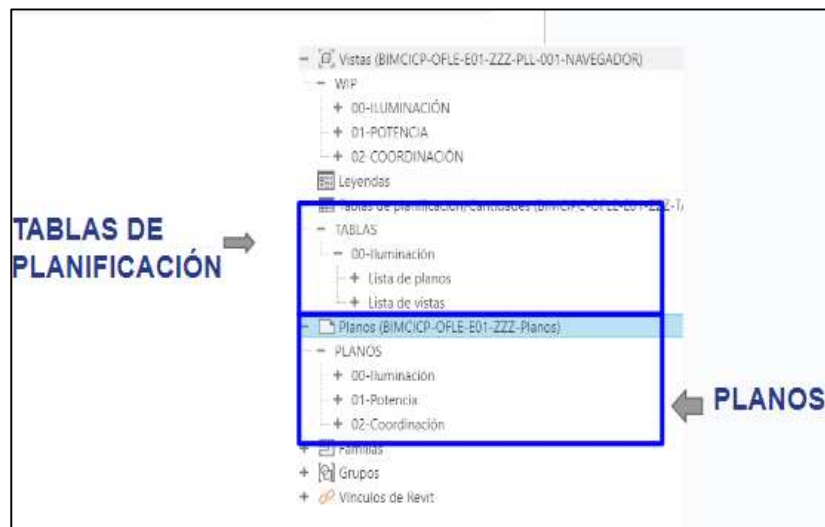


Ilustración 27: Navegador de tablas de electricidad.

Fuente: Elaboración propia

4.8. Desarrollo del modelo

Una vez ha sido entregada toda la información referencial, se empieza con el desarrollo del modelado de cada una de las subdisciplinas por separado siguiendo los protocolos ya mencionados (Ilustración 28 y 29). Toda la información generada es almacenada y comunicada en el entorno común de datos para el respectivo control.

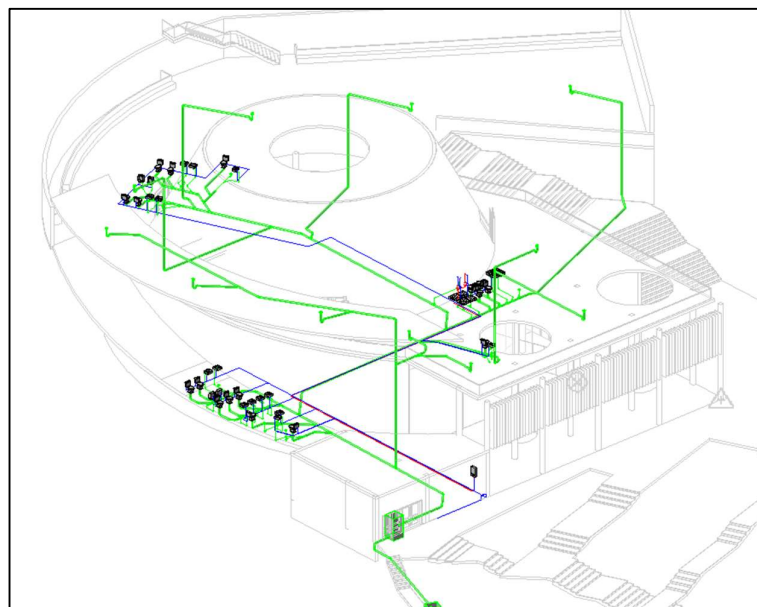


Ilustración 28. Modelo fontanería finalizado

Fuente: Elaboración propia.

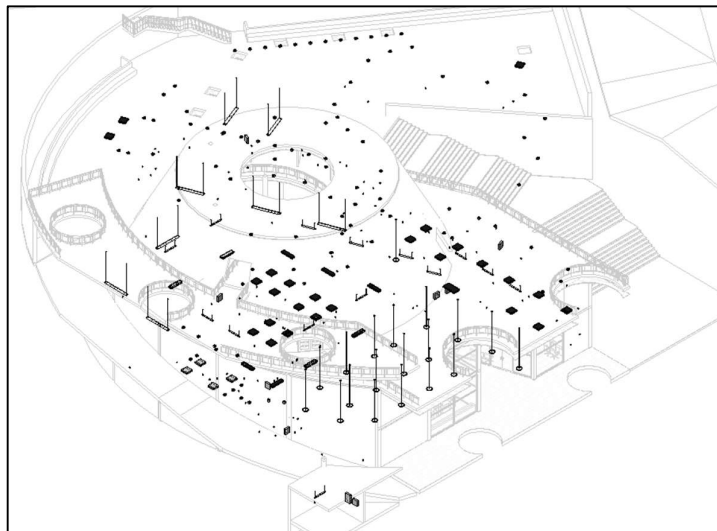


Ilustración 29. Modelo eléctrico finalizado

Fuente: Elaboración propia.

Una vez que se ha concluido el modelo y resuelto cada una de las incidencias que pueden ser señaladas en el entorno común de datos, es necesario que los modelos sean sometidos a una auditoría que permita verificar que no se presentan errores y son óptimos para el traslado a la herramienta que permite la detección de las colisiones disciplinarias y multidisciplinarias. Para este proyecto se utilizó la herramienta identificada como Model Checker en el software Revit, y en el caso de que arroje errores se deberá manipular el modelo hasta tener el 100% del modelo auditado.

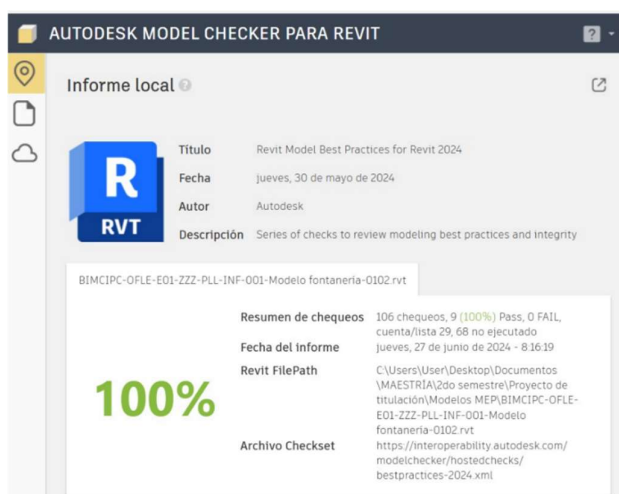


Ilustración 30. Modelo fontanería 100% auditado

Fuente: Elaboración propia.

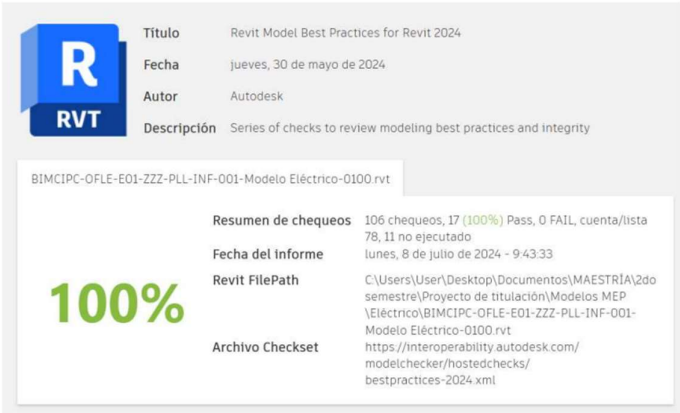


Ilustración 31. Modelo eléctrico 100% auditado

Fuente: Elaboración propia.

4.9. Resolución de colisiones

A continuación de ser evaluado y auditado los modelos por el líder MEP, se revisa la matriz de interferencias previamente compartida por coordinación, para conocer los grupos de elementos de una respectiva disciplina que puedan entrar en conflicto entre sí. Para la disciplina de instalaciones Hidrosanitarias la revisión de colisión es de prioridad tipo dos, debido a que estos elementos son medianamente grandes, pero se pueden manipular su ubicación. Para el caso de la disciplina de instalaciones Eléctricas la revisión de las colisiones son todas descartables debido a que comprende de elementos pequeños que fácilmente se pueden reubicar.

MEP			
2	13_MEP_TUBERIA AGUA POTABLE FRIA	VS	14_MEP_TUBERIA AGUA POTABLE CALIENTE
2	13_MEP_TUBERIA AGUA POTABLE FRIA	VS	15_MEP_TUBERIAS DESAGUE
2	14_MEP_TUBERIA AGUA POTABLE CALIENTE	VS	15_MEP_TUBERIAS DESAGUE
		VS	
4	16_MEP_ILUMINACIÓN	VS	17_MEP_DISPOSITIVOS DE ILUMINACIÓN
4	16_MEP_ILUMINACIÓN	VS	18_MEP_ACCESORIOS DE POTENCIA
4	16_MEP_ILUMINACIÓN	VS	19_MEP_PANELES ELÉCTRICOS
4	17_MEP_DISPOSITIVOS DE ILUMINACIÓN	VS	18_MEP_ACCESORIOS DE POTENCIA
4	17_MEP_DISPOSITIVOS DE ILUMINACIÓN	VS	19_MEP_PANELES ELÉCTRICOS
4	18_MEP_ACCESORIOS DE POTENCIA	VS	19_MEP_PANELES ELÉCTRICOS

Ilustración 32. Lista de grupos MEP.

Fuente: Elaboración propia.

MATRIZ DE CHEQUEOS DE INTERFERENCIAS											
NIVEL DE GRAVEDAD	SISTEMAS										
	ARQUITECTÓNICO				ESTRUCTURAL				HIDROSANITARIO		ELECTRICO
	01_Arq_Muros Exteriores 02_Arq_Muros Incluidos 03_Arq_Muros Interiores 04_Arq_Muros Jardineras 05_Arq_Acabos de Pisos Interiores 06_Arq_Acabos de Pisos Exteriores 07_Arq_Cielo Bazo 08_Arq_Puertas 09_Arq_Ventanas 10_Arq_Escaleras 11_Arq_Barrandas 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			13_MEP_Tubería Agua Potable Fría 14_MEP_Tubería Agua Potable Caliente 15_MEP_Tuberías de Sague		16_MEP_Iluminación 17_MEP_Dispositivos de Iluminación 18_MEP_Accesorios de Potencia 19_MEP_Paneles Eléctricos
	Tolerancia = 0.025 m				Tolerancia = 0.025m				Tolerancia = 0.025		Tolerancia = 0.025
01_Arq_Muros Exteriores	D	2	N	3	2	2	2	1	3	3	N
02_Arq_Muros Incluidos	D	2	N	2	2	2	2	N	N	N	N
03_Arq_Muros Interiores	D	N	3	N	2	3	3	N	2	1	N
04_Arq_Muros Jardineras	D	N	N	N	N	2	N	N	N	N	N
05_Arq_Acabos de Pisos Interiores	D	N	N	N	N	3	N	N	N	N	N
06_Arq_Acabos de Pisos Exteriores	D	N	N	N	3	N	N	N	2	2	N
07_Arq_Cielo Bazo	D	N	N	N	2	N	N	N	2	2	N
08_Arq_Puertas	D	N	N	N	2	N	N	N	2	2	N
09_Arq_Ventanas	D	N	N	N	2	N	N	N	2	2	N
10_Arq_Escaleras	D	N	N	N	2	N	N	N	2	2	N
11_Arq_Barrandas	D	N	N	N	2	N	N	N	2	2	N
12_Arq_Muros Cortina	D	N	N	N	2	N	N	N	2	2	N
06_EST_Vigas de Fundaciones					D	1	1	4	2	2	N
07_EST_Fundaciones Aisladas					D	1	1	4	2	2	N
08_EST_Columnas					D	1	1	4	2	2	N
09_EST_Vigas					D	1	1	4	2	2	N
10_EST_Losas					D	1	1	4	2	2	N
12_EST_Muros Contención					D	1	1	4	2	2	N
13_MEP_Tubería Agua Potable Fría									D	2	N
14_MEP_Tubería Agua Potable Caliente									D	2	N
15_MEP_Tuberías de Sague									D	2	N
16_MEP_Iluminación											D
17_MEP_Dispositivos de Iluminación											D
18_MEP_Accesorios de Potencia											D
19_MEP_Paneles Eléctricos											D

Ilustración 33. Matriz de interferencias.

Fuente: Elaboración propia.

Una vez que se tiene en claro los grupos de elementos de cada disciplina que se deberá generar para la revisión de conflictos, en el software Navisworks se procede a hacer la revisión de las colisiones disciplinares encontradas. Luego el Líder MEP se encarga de solucionar las colisiones y enviar los modelos de cada una de las disciplinas, tanto hidrosanitarias como eléctricas, al área de coordinación, según se estableció en su contrato.

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	Confl...	Nuevo	Activo	Revisado	Aprobado	Resuelto
14_MEP_Tuberías Agua Po	Terminado	0	0	0	0	0	0
15_MEP_Tuberías de desat	Terminado	0	0	0	0	0	0
Añadir prueba Restablecer todo Compactar todo Suprimir todo Actualizar todo Reglas Seleccionar Resultados Informe							

Ilustración 34. Revisión de colisiones.

Fuente: Elaboración propia.

Una vez que, de haber conflictos disciplinarios y el líder MEP los haya solucionado, el archivo debe ser enviado al coordinador donde se encargará de revisar los conflictos entre las distintas disciplinas, arquitectura, estructura y MEP.

Para el caso de este trabajo, fue recibido por el líder MEP los informes que registra cada una de las colisiones existentes entre la disciplina MEP con arquitectura y estructura. Una vez que el modelo MEP a sido corregido, se vuelve a compartir con coordinación para nuevamente revisión de los conflictos hasta no existir alguno, culminando así en el modelo federado.

AUTODESK® NAVISWORKS® Informe de conflictos															
(1) 03-Arq-Muro Interiores vs 15-MEP-Tubería de desague															
				Tolerancia	Conflictos	Nuevo	Activo	Revisado	Aprobado	Resuelto	Tipo	Estado			
				0.025m	28	28	0	0	0	0	Estático	Aceptar			
Imagen	Nombre de conflicto	Estado	Asignado a	Punto de conflicto	ID de elemento	Elemento 1 Nombre Tipo	ID de elemento	Elemento 2 Nombre Tipo	Comentarios						
	Conflicto1	Nuevo	LIDER MEP	x:-66.718, y:-38.739, z:2649.448	ID de elemento: 352930	Hormigón moldeado in situ	ID de elemento: 742314	Cloruro de polivinilo - Rígido	#0 - DELL - 2024/7/12 20:07 Asignado a LIDER MEP Porfavor corregir las colisiones generadas con los muros interiores						
	Conflicto2	Nuevo		x:-64.368, y:-41.123, z:2649.507	ID de elemento: 352906	Hormigón moldeado in situ	ID de elemento: 742314	Cloruro de polivinilo - Rígido							
	Conflicto3	Nuevo		x:-52.216, y:-43.866, z:2642.100	ID de elemento: 214907	Muro por defecto	ID de elemento: 687790	Cloruro de polivinilo - Rígido							
	Conflicto4	Nuevo		x:-55.396, y:-0.995, z:2649.493	ID de elemento: 354316	Hormigón moldeado in situ	ID de elemento: 742221	Cloruro de polivinilo - Rígido							
	Conflicto5	Nuevo		x:-46.710, y:-7.725, z:2642.100	ID de elemento: 213761	Muro por defecto	ID de elemento: 676972	Cloruro de polivinilo - Rígido							
	Conflicto6	Nuevo		x:-46.035, y:-9.999, z:2642.100	ID de elemento: 212653	Muro por defecto	ID de elemento: 673374	Cloruro de polivinilo - Rígido							
	Conflicto7	Nuevo		x:-64.851, y:-11.965, z:2646.100	ID de elemento: 217984	Muro por defecto	ID de elemento: 742111	Cloruro de polivinilo - Rígido							
	Conflicto8	Nuevo		x:-49.918, y:-46.216, z:2642.100	ID de elemento: 214907	Muro por defecto	ID de elemento: 645244	Cloruro de polivinilo - Rígido							
	Conflicto9	Nuevo		x:-64.894, y:-11.979, z:2646.100	ID de elemento: 259076	Muro por defecto	ID de elemento: 742111	Cloruro de polivinilo - Rígido							
	Conflicto10	Nuevo		x:-44.481, y:-16.087, z:2642.100	ID de elemento: 210936	Muro por defecto	ID de elemento: 665790	Cloruro de polivinilo - Rígido							
	Conflicto11	Nuevo		x:-43.648, y:-15.805, z:2642.100	ID de elemento: 210936	Muro por defecto	ID de elemento: 666115	Cloruro de polivinilo - Rígido							

Ilustración 35. Informe de conflictos hidrosanitario

Fuente: Elaboración Propia.

AUTODESK® NAVISWORKS® Informe de conflictos															
(2) 07-Arq-Cielo Razo vs 16-MEP-Iluminación				Tolerancia	Conflictos	Nuevo	Activo	Revisado	Aprobado	Resuelto	Tipo	Estado			
				0.025m	42	42	0	0	0	0	Estático	Aceptar			
Imagen	Nombre de conflicto	Estado	Asignado a	Punto de conflicto	Elemento 1		Elemento 2		Elemento 3		Comentarios				
					Elemento Nombre	Elemento Tipo	ID de elemento	Elemento Nombre	Elemento Tipo	ID de elemento					
	Conflicto1	Nuevo	LIDER MEP	x:-46.312, y:-24.717, z:2645.330	Lámina de enlucido perforada	Sólido	ID de elemento: 601258	Acero, cromado	Sólido		#0 - DELL - 2024/7/12 20:11 Asignado a LIDER MEP Por favor revisar las colisiones desde el 1 al 42				
	Conflicto2	Nuevo		x:-53.631, y:-1.903, z:2649.600	Lámina de enlucido perforada	Sólido	ID de elemento: 603516	Acero, cromado	Sólido						
	Conflicto3	Nuevo		x:-51.126, y:-2.892, z:2649.600	Lámina de enlucido perforada	Sólido	ID de elemento: 603838	Acero, cromado	Sólido						
	Conflicto4	Nuevo		x:-49.191, y:-5.309, z:2649.600	Lámina de enlucido perforada	Sólido	ID de elemento: 603900	Acero, cromado	Sólido						
	Conflicto5	Nuevo		x:-61.699, y:-5.094, z:2649.600	Lámina de enlucido perforada	Sólido	ID de elemento: 603037	Acero, cromado	Sólido						
	Conflicto6	Nuevo		x:-55.298, y:-5.573, z:2649.600	Lámina de enlucido perforada	Sólido	ID de elemento: 603570	Acero, cromado	Sólido						
	Conflicto7	Nuevo		x:-56.328, y:-2.970, z:2649.600	Lámina de enlucido perforada	Sólido	ID de elemento: 603460	Acero, cromado	Sólido						
	Conflicto8	Nuevo		x:-58.159, y:-6.705, z:2649.600	Lámina de enlucido perforada	Sólido	ID de elemento: 603358	Acero, cromado	Sólido						
	Conflicto9	Nuevo		x:-59.188, y:-4.101, z:2649.600	Lámina de enlucido perforada	Sólido	ID de elemento: 603308	Acero, cromado	Sólido						
	Conflicto10	Nuevo		x:-54.084, y:-8.642, z:2649.600	Lámina de enlucido perforada	Sólido	ID de elemento: 603717	Acero, cromado	Sólido						
	Conflicto11	Nuevo		x:-56.945, y:-9.773, z:2649.600	Lámina de enlucido perforada	Sólido	ID de elemento: 603408	Acero, cromado	Sólido						
	Conflicto12	Nuevo		x:-51.388, y:-7.576, z:2649.600	Lámina de enlucido perforada	Sólido	ID de elemento: 603769	Acero, cromado	Sólido						

Ilustración 36. Informe de colisiones eléctrico

Fuente: Elaboración propia.

4.10. Planificación 5D y 4D

Para la elaboración del presupuesto de la disciplina, el líder MEP debe manejar los archivos de las subdisciplinas por separado, Fontanería y Eléctrico. Cada modelo será exportado al software BIM especializado en presupuesto, en este caso Presto, en el cual se realizará la vinculación desde Revit con la herramienta Cost-it, en donde se deberá

seleccionar las categorías de los elementos del modelo, para crear las partidas en el archivo Presto.

Una vez creadas las partidas en el software se debe organizar por niveles y tomar los precios referenciales según la cámara de la construcción lo establece en su archivo PRESTO, para ello se copia los códigos de este archivo en el archivo de modelo según las partidas.

Revit	Nombre de proyecto	1	13,243.35	13,243....
1 NIVEL PARQUEADERO ALC	NIVEL PARQUEADERO ALC	1	131.35	131.35
1.1 12.39	Tipos de tubería - PVC - DWV Sanitario	13.87 m	9.47	131.35
2 PLANTA 1 Alcantarillado	PLANTA 1 Alcantarillado	1	12,042.74	12,042....
2.1 12.1	M_Calentador de agua - Sin depósito - 2.3 L 2.3 L	1.00 u	622.67	622.67
2.2 12.2	Medidor de abastos fría - 15 mm 15 mm	1.00 u		0
2.3 12.27	Tipos de tubería - PVC - DWV Agua caliente sanitaria	67.86 m	3.71	251.76
2.4 12.29	Tipos de tubería - PVC - DWV Agua fría sanitaria	285.84 m	3.29	940.41
2.5 12.33	Caja de revisión Caja de revisión	3.00 u	74.91	224.73
2.6 12.39	Tipos de tubería - PVC - DWV Sanitario	573.15 m	9.47	5,427.73
2.7 12.47	M_Desagüe de suelo - Redondo - Filtro 125 mm - Desagüe 50 mm Filt...	10.00 u	6.66	66.60
2.8 12.51	M_Sanitario - Cisterna2 - Privado - 6,1 Lpf Privado - 6,1 Lpf	17.00 u	126.06	2,143.02
2.9 12.55	M_Lavabo - Montado en muro - 485 mm x 355 mm - Privado 485 mm...	18.00 u	81.71	1,470.78
2.10 12.59	Cubeta de ducha - Desagüe en ángulo2 - 700 x 700 mm 700 x 700 mm	4.00 u	90.08	360.32
2.11 12.58	M_Uninario - De pared - Válvula de descarga 20 mm Válvula de desc...	4.00 u	133.68	534.72
3 PLANTA 2 Alcantarillado	PLANTA 2 Alcantarillado	1	554.66	554.66
3.1 12.39	Tipos de tubería - PVC - DWV Sanitario	58.57 m	9.47	554.66
4 NIVEL PLANTA 3 ALC	NIVEL PLANTA 3 ALC	1	222.10	222.10
4.1 12.39	Tipos de tubería - PVC - DWV Sanitario	9.54 m	9.47	90.34
4.2 12.46	M_Desagüe de suelo - Redondo - Filtro 250 mm - Desagüe 100 mm Fi...	8.00 u	16.47	131.76
5 NIVEL PLANTA 4 ALC	NIVEL PLANTA 4 ALC	1	292.50	292.50
5.1 12.39	Tipos de tubería - PVC - DWV Sanitario	25.67 m	9.47	243.09
5.2 12.46	M_Desagüe de suelo - Redondo - Filtro 250 mm - Desagüe 100 mm Fi...	3.00 u	16.47	49.41

Ilustración 37. Partidas instalaciones hidrosanitarias

Fuente: Elaboración propia.

Para continuar con la planificación 5D se verifica que las partidas con sus respectivos costos se han vinculado correctamente con el modelo 3D. Este proceso se repite para obtener el presupuesto de la subdisciplina eléctrica.

EDT	Código	N...	Resumen	CanPr...	Ud	Pres	ImpPres
1	Revit	0001		1		13,445.75	13,445.75
2	1 PLANTA 1 Iluminación	PLANTA 1 Iluminación		1		8,050.21	8,050.21
3	D-1.1 13.1	ACOMETIDA ELÉCTRICA 110 V		21.00	m	5.11	107.31
4	D-1.2 13.20	TABLERO CONTROL GE 4-8 PTOS		6.00	u	55.25	331.50
5	D-1.3 13.21	TABLERO CONTROL GE 8-12 PTOS		1.00	u	102.95	102.95
6	D-1.4 13.18	PUNTO INTERRUPTOR SIMPLE (APLIQUE)		29.00	pto	10.70	310.30
7	D-1.5 13.15	PUNTO DE TOMACORRIENTE DOBLE 110 V, TUBO CONDUIT EMT. 1/2"		41.00	pto	27.08	1,110.28
8	D-1.6 13.7	DICROICO LED		2.00	u	13.42	26.84
9	D-1.7 13.10	LUMINARIA PANEL LED 1.20X0.60		1.00	u	82.98	82.98
10	D-1.8 13.10.A	LUMINARIA PLAFÓN LED 1.20X0.30		9.00	u	82.98	746.82
11	D-1.9 13.10.B	LUMINARIA PLAFÓN LED 0.6 X0.60		19.00	u	82.98	1,576.62
12	D-1.10 13.10.C	LUMINARIA PANEL LED (4 LAMPARAS) 0.60 X 0.60		6.00	u	82.98	497.88
13	D-1.11 13.10.D	LUMINARIA EMPOTRADA LED 0.60 X0.60		4.00	u	82.98	331.92
14	D-1.12 13.7.A	LUZ LED REDONDA PLANA 60 - 120 W		25.00	u	13.42	348.92
15	D-1.13 13.8	LÁMPARA LED COLGANTE 120 W		14.00	u	130.31	1,824.34
16	D-1.14 13.8.A	LÁMPARA LED COLGANTE LINEAL 120 W		5.00	u	130.31	651.55
17	D-2 PLANTA 2 Iluminación	PLANTA 2 Iluminación		1		4,242.04	4,242.04
18	D-3 PLANTA 3 Iluminación	PLANTA 3 Iluminación		1		686.98	686.98
19	D-4 PLANTA 4 Iluminación	PLANTA 4 Iluminación		1		466.52	466.52

Ilustración 38. Partidas instalaciones eléctricas.

Fuente: Elaboración propia.

Parte de las características que presenta este software BIM, es la opción de también llevar a cabo la planificación 4D de tiempo. Para ello se debe ajustar la línea de tiempo y diagrama de barras en el cual se identifica la duración de cada una de las tareas y las precedencias de cada una. Finalmente se lleva a cabo una simulación constructiva con el vínculo que tiene el programa con el modelo disciplinar de Revit.

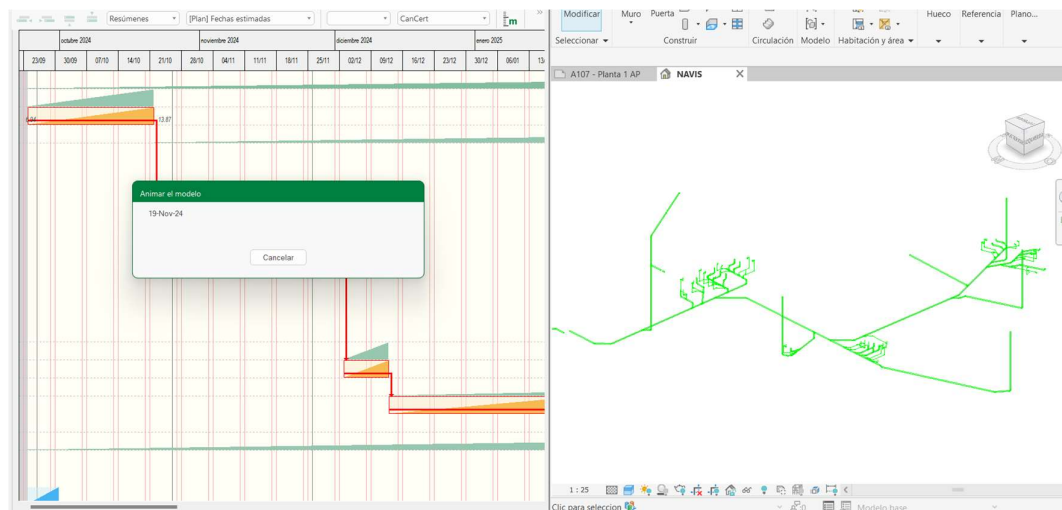


Ilustración 39. Simulación constructiva

Fuente: Elaboración propia.

CAPITULO 5: ROL LIDER DE SOSTENIBILIDAD

5.1 Descripción del rol

El rol que desempeñará el líder de sostenibilidad para la empresa BIMCICP, se basará en el establecimiento, desarrollo y control de las estrategias pasivas de sostenibilidad que se puedan implementar con la ayuda de las herramientas BIM, según lo establecido en los contratos EIR y BEP, para lo cual deberá cumplir los objetivos de sostenibilidad planteados para el proyecto.

5.2 Funciones y responsabilidades

Las responsabilidades que el líder a cargo de la dimensión 6D debe cumplir para lograr cumplir con los objetivos de sostenibilidad propuestos en el BEP son:

- Cumplir con los protocolos de flujo de la información hacia coordinación u otra área según lo establecido en el BEP
- Gestión de la información de forma pertinente en el ECD según lo menciona la normativa ISO 19650 a la cuál la empresa se ha acogido.
- Evaluar el estado del proyecto mediante la aplicación de análisis referentes a sostenibilidad establecidos en el BEP y comunicar los resultados obtenidos.
- Definir en base a los resultados obtenidos si es necesario o no, la intervención con estrategias sostenibles en el proyecto.
- Proponer estrategias pasivas que ayuden a alcanzar los objetivos de sostenibilidad propuestos para este proyecto.
- Procurar que las estrategias sugeridas sean comunicadas y aplicadas de forma eficaz en el modelo BIM por el líder de arquitectura.

- Extraer información del nuevo modelo compartido mediante los análisis de sostenibilidad y asegurarse que el proyecto se encuentre en confort y comunicar la aprobación del nuevo modelo federado.

5.3 Entorno común de datos

Como en las otras áreas y para toda la empresa el principal canal de comunicaciones y transmitir la información es a través del entorno común de datos entregado por coordinación, del cual se utilizaría la plataforma web Autodesk Construction Cloud perteneciente a la compañía Autodesk, además sería lugar donde se guarde todos los archivos que contengan información relevante al desarrollo de los análisis de sostenibilidad. Mediante esta plataforma se asegura el flujo y comunicación eficaz de la información obtenida dirigidos hacia el coordinador quien sería punto de comunicación hacia el BIM Manager y otros líderes, lo que permite el trabajo multidisciplinar coordinado.

Cabe destacar que el entorno común de datos estaría establecido según lo menciona la normativa ISO 19650, esto implica que se organizó las carpetas según la

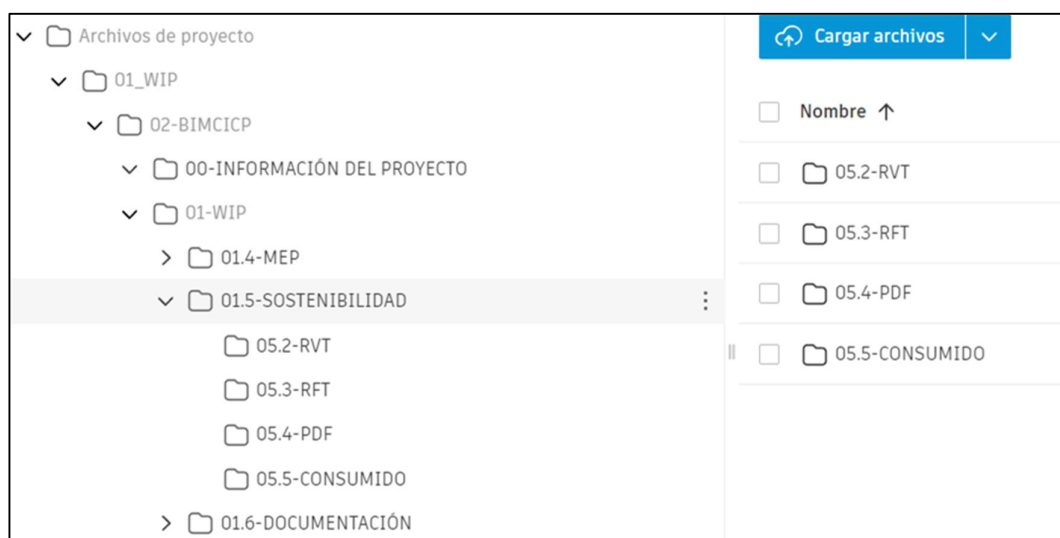


Ilustración 40. Entorno común de datos de Sostenibilidad

Fuente: Elaboración propia.

extensión de archivo, ya que esto definiría que tipo de información contenía, como información de previa del proyecto, modelos e informes. El acceso a esta carpeta es exclusivo para el líder de sostenibilidad, coordinación y el BIM Manager, los líderes de otras disciplinas tienen acceso restringido.

5.4 Flujo de trabajo

Para comenzar a desarrollar sus actividades, al líder de sostenibilidad se le fue entregado el flujo de trabajo pertinente, en el cual se detalla el orden en el que deberá llevar a cabo los análisis y la información necesaria para realizarlos. Empezando por el análisis climatológico donde se implanta el proyecto, junto con el análisis de confort mediante un diagrama psicrométrico, y de esta forma determinar las características ambientales del sector.

A continuación, una vez entregado un modelo federado preliminar entre arquitectura y estructura, se procede con los análisis en los softwares BIM, Revit y la nube de Autodesk para asoleamiento e iluminación natural en los espacios internos e Insight para el análisis de la eficiencia energética.

Luego de desarrollar los análisis e informes respectivos, donde se detalla los resultados, en caso de no cumplir con los parámetros mínimos de confort y sostenibilidad, se propondrá estrategias que ayuden a solucionar estos inconvenientes, de tal manera que gerencia tome las decisiones pertinentes y el área respectiva realice los cambios sugeridos.

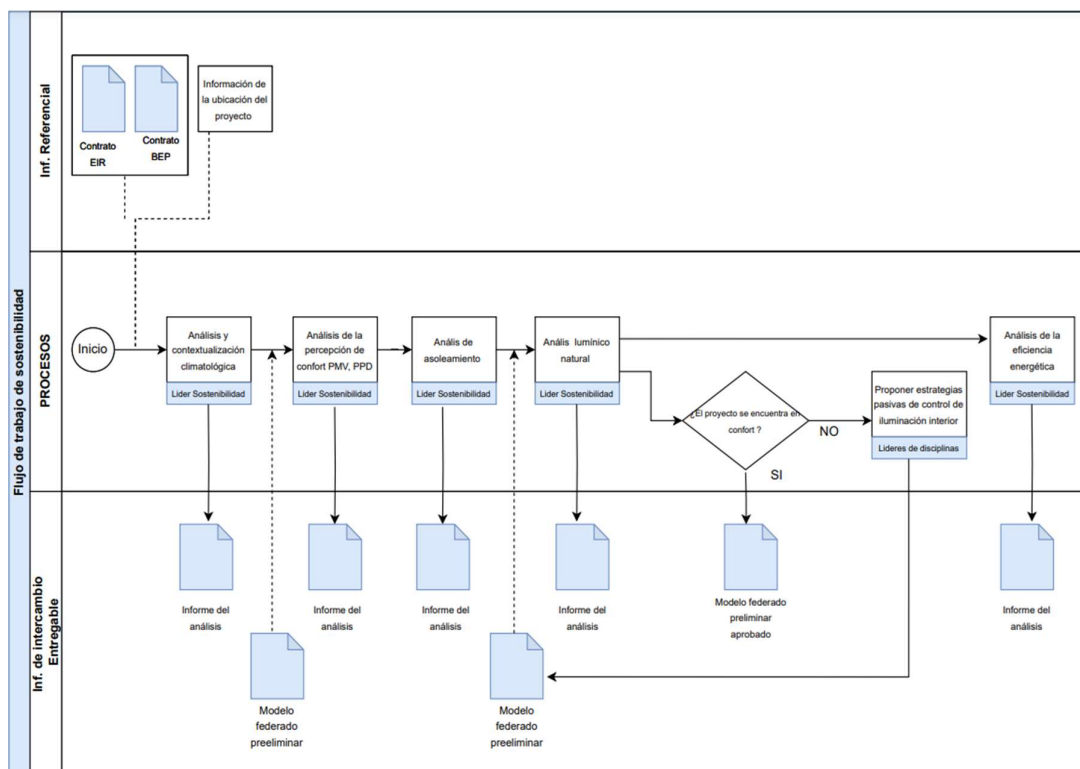


Ilustración 41: Flujo de trabajo sostenibilidad.

Fuente: Elaboración propia

5.5. Entregables

Es importante destacar que el proyecto Centro de Interpretación Cultural Pifo llegó con un diseño ya consolidado al cual se solicitó se aplique la metodología BIM hasta la 6ta dimensión (sostenibilidad), esto implicaría que se realice una evaluación de la sostenibilidad mediante diferentes análisis previamente establecidos en el BEP.

- Análisis Climatológico
- Análisis de sensación térmica mediante los parámetros del PMV y PPD
- Análisis de asoleamiento

- Análisis de iluminación natural
- Análisis de eficiencia energética.

Parte de las responsabilidades del líder de sostenibilidad es procurar que estos análisis se lleven a cabo de forma eficaz y cuyos resultados ayudarán para comprender el contexto climatológico del sitio de implantación del proyecto y como podrían influir dentro del diseño de este.

Con los resultados obtenidos se puede corroborar el estado del diseño del proyecto a nivel de sostenibilidad y así determinar si es necesario o no una intervención con estrategias que serán propuestas por el líder de sostenibilidad y comunicadas al área de coordinación para ser aplicadas en el modelo federado.

5.6 Desarrollo de los análisis

Para comenzar con el desarrollo de los análisis es necesario que coordinación comparta información al líder de sostenibilidad del sitio donde se prevé que estará implantado el proyecto, además de los documentos EIR y BEP previamente acordados por el cliente y el BIM manager.

5.6.1 Análisis climatológico

Este análisis ayudará para comprender las características climáticas que tiene el sector Pifo, parroquia en donde se planea implantar el proyecto. Estos resultados se toman en consideración para verificar que las estrategias tomadas para el diseño fueron las adecuadas y pertinentes.

Los datos arrojados por la estación meteorológica “La Tola” denominada por el INAMHI como M002, es la más cercana al sitio donde se implanta el proyecto, por lo que se procesa el archivo EPW que genera para realizar el análisis y descripción del clima

que influye en el proyecto constructivo, en primeras instancias con el software Climate Consultant.

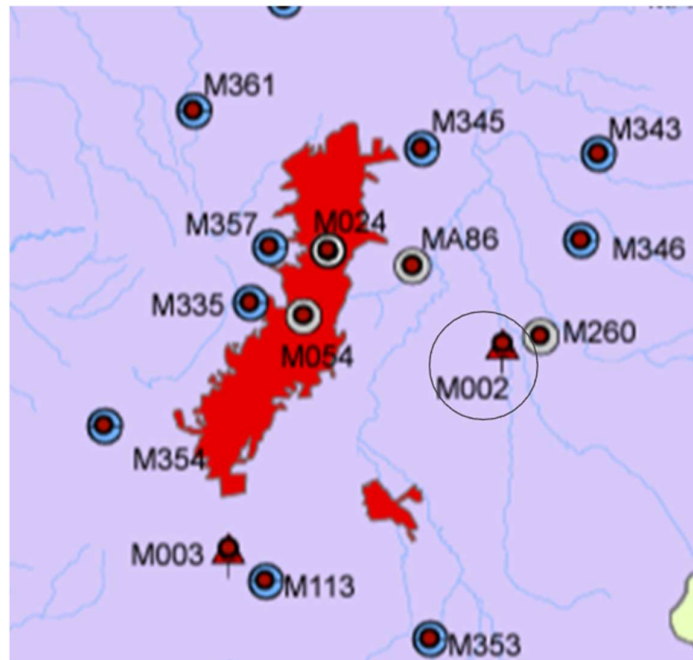


Ilustración 42: mapa de estaciones meteorológicas

Fuente: atlas climático de pichincha

Según lo que indican los datos en el software, la zona de confort en invierno tiene un rango de 20 a 24 grados centígrados, mientras que en verano tiene un rango de 24 a 27 grados centígrados; estos datos son según lo indica la normativa ASHRAE 55. Para el sector analizado la máxima temperatura alcanzada se registra en noviembre con 22 grados centígrados y la temperatura mínima registrada fue en Julio con 4 grados centígrados. Mientras que la temperatura promedio anual varía todo el año entre 8°C y 18°C, por lo tanto, según lo que menciona el INAMHI en el libro Atlas climático de pichincha, el área de estudio pertenece a una zona climática Ecuatorial Mesotérmico Húmedo.

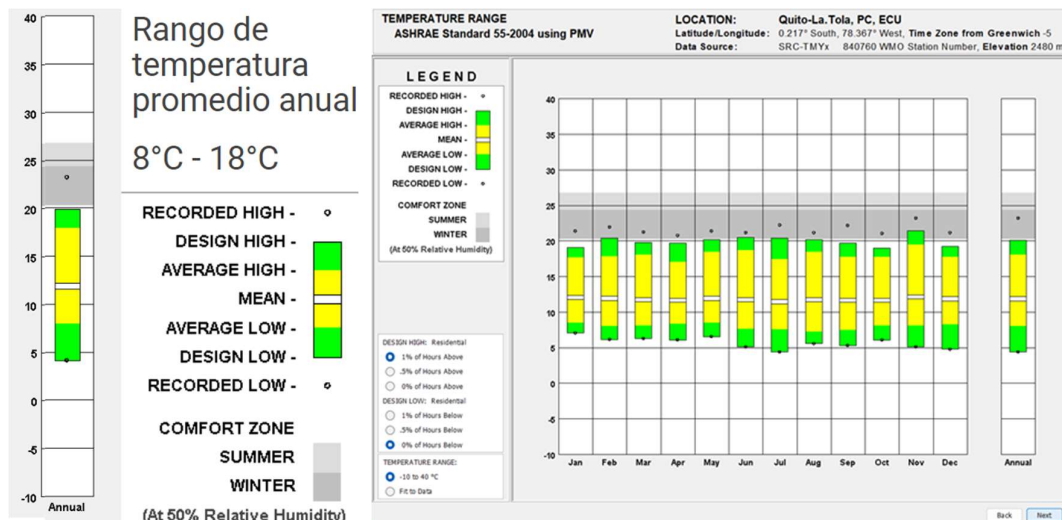


Ilustración 43: Rangos de temperatura anual.

Fuente: elaboración propia

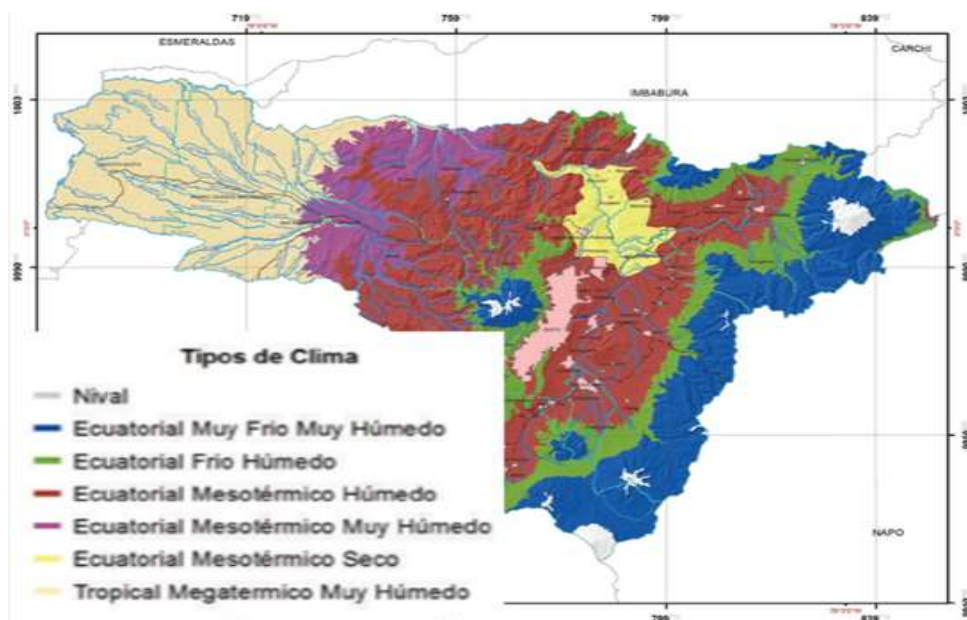


Ilustración 44: Zonas climáticas de Pichincha.

Fuente: Atlas climático de Pichincha

Según lo que menciona el INAMHI, los datos recopilados en la estación meteorológica de La Tola registran una temperatura del bulbo seco que varía entre 15.4 y 16.1 °C y como resultado a lo largo de todo el año un promedio de **15.8 °C**. Cabe

mencionar que según el anuario del INAMHI, el promedio de humedad relativa es de 72%, estas dos últimas cifras serán necesarias para llevar a cabo el siguiente análisis.

WEATHER DATA SUMMARY													LOCATION: Quito-La.Tola, PC, ECU
													Latitude/Longitude: 0 217° South, 78 367° West, Time Zone from Greenwich -5
													Data Source: SRC-TMYx 840760 WMO Station Number, Elevation 2480 m
Dry Bulb Temperature (Avg Monthly)	11	11	11	12	12	12	11	11	11	11	12	11	degrees C
Dew Point Temperature (Avg Monthly)	9	9	9	9	9	8	7	6	7	8	9	8	degrees C
Relative Humidity (Avg Monthly)	83	83	83	83	84	78	74	72	77	81	81	81	percent
Wind Direction (Monthly Mode)	120	110	120	120	120	120	120	120	120	120	120	110	degrees
Wind Speed (Avg Monthly)	2	1	1	1	1	2	2	3	2	1	1	1	m/s

Ilustración 45: Temperatura del bulbo seco.

Fuente: Elaboración propia

Lo que se puede interpretar en el siguiente gráfico (ilustración 26) es que en todo el año la temperatura del bulbo seco está en el rango de 0 a 21 grados centígrados.

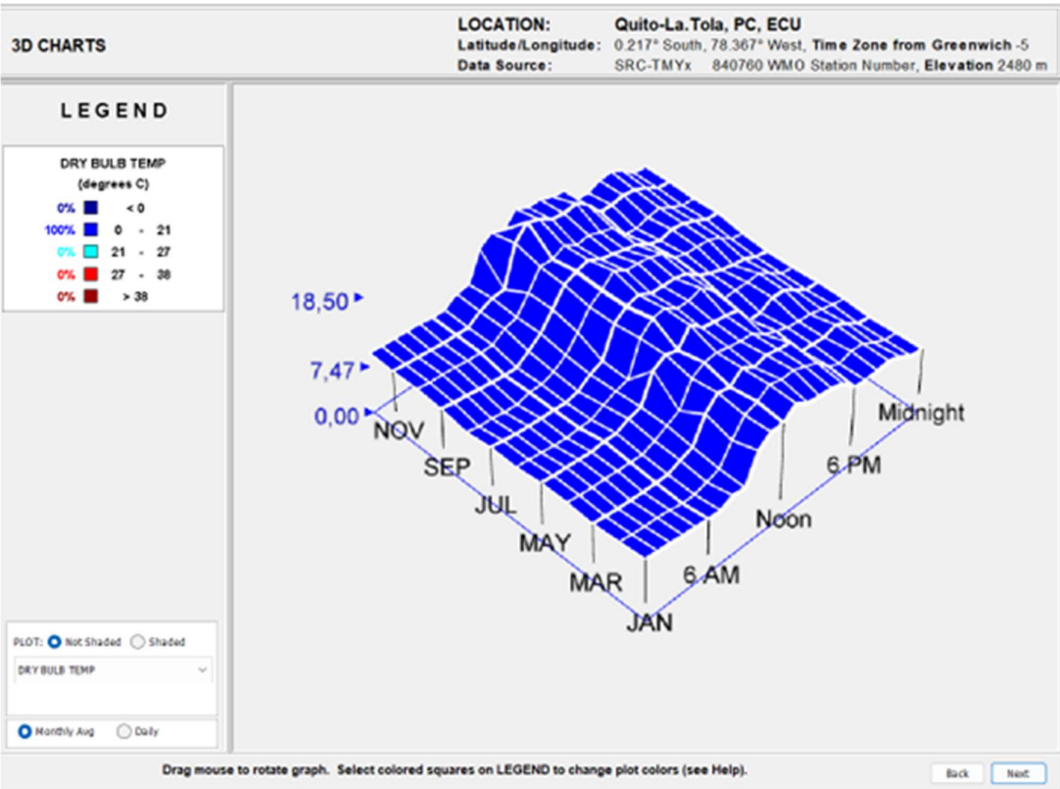


Ilustración 46: Rango del Bulbo Seco.

Fuente: Climate Consultant 6.0

WEATHER DATA SUMMARY												LOCATION: Quito-La.Tola, PC, ECU	
												Latitude/Longitude: 0 217° South, 78.367° West, Time Zone from Greenwich -5	
												Data Source: SRC-TMYx 840760 WMO Station Number, Elevation 2480 m	
Dry Bulb Temperature (Avg Monthly)	11	11	11	12	12	12	11	11	11	11	12	11	degrees C
Dew Point Temperature (Avg Monthly)	9	9	9	9	9	8	7	6	7	8	9	8	degrees C
Relative Humidity (Avg Monthly)	83	83	83	83	84	78	74	72	77	81	81	81	percent
Wind Direction (Monthly Mode)	120	110	120	120	120	120	120	120	120	120	120	110	degrees
Wind Speed (Avg Monthly)	2	1	1	1	1	2	2	3	2	1	1	1	m/s

Ilustración 47: Humedad relativa anual.

Fuente: Elaboración propia

La humedad relativa durante todo el año varía entre 72% y 84% con un promedio del 80%, lo cual sería correspondiente a una temperatura del bulbo seco baja, que se puede evidenciar en los gráficos mostrados por el software. Se puede concluir que mientras la temperatura del bulbo seco sea baja, la humedad relativa tiende a ser alta.

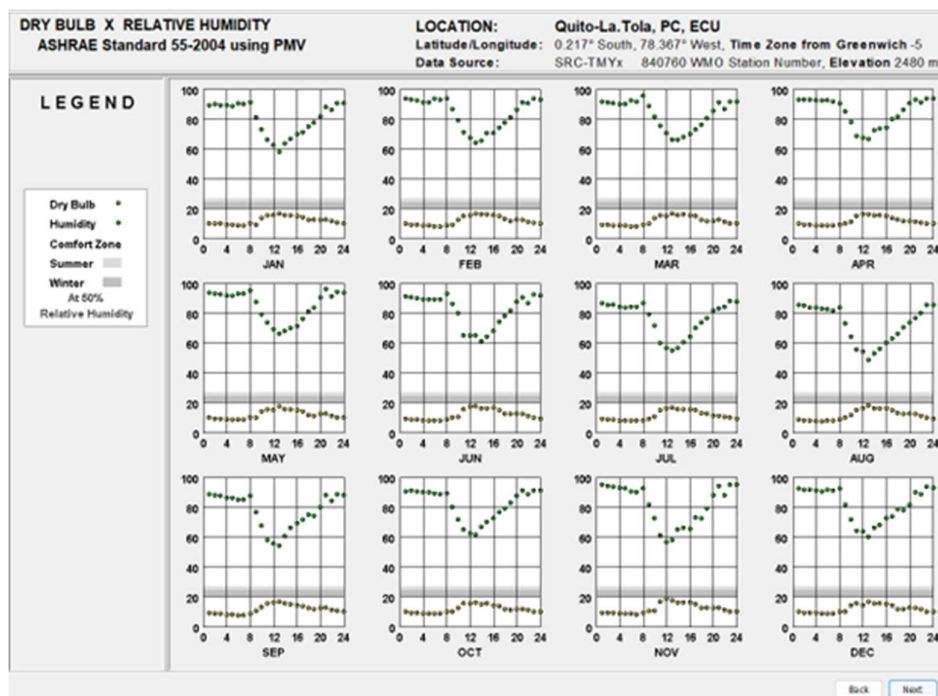


Ilustración 48: Bulbo Seco Vs Humedad Relativa.

Fuente: Climate Consultant 6.0

Para entender el clima del sector de La Tola resulta relevante tener en consideración también la velocidad del viento. Los datos recopilados en el archivo EPW fueron representados por el software en una rosa de los vientos lo cual ayuda para interpretar la dirección predominante del flujo del aire. El resultado fue que la mayor

velocidad proviene del sureste, con una velocidad punta que puede superar los 16 m/s o 57.6 K/h; y también se debe conocer el tiempo de flujo del viento en determinadas direcciones, siendo para este caso el sureste antes mencionado con 67% del tiempo en horas en un año, un 11.5% aproximadamente proveniente del noroeste y el 21.5% de todas direcciones.

El promedio de la velocidad del viento es de 1.5 m/s o 5.4 K/h con una humedad relativa que puede superar el 70% y con una temperatura que varía entre 0 a 21 grados Centígrados.

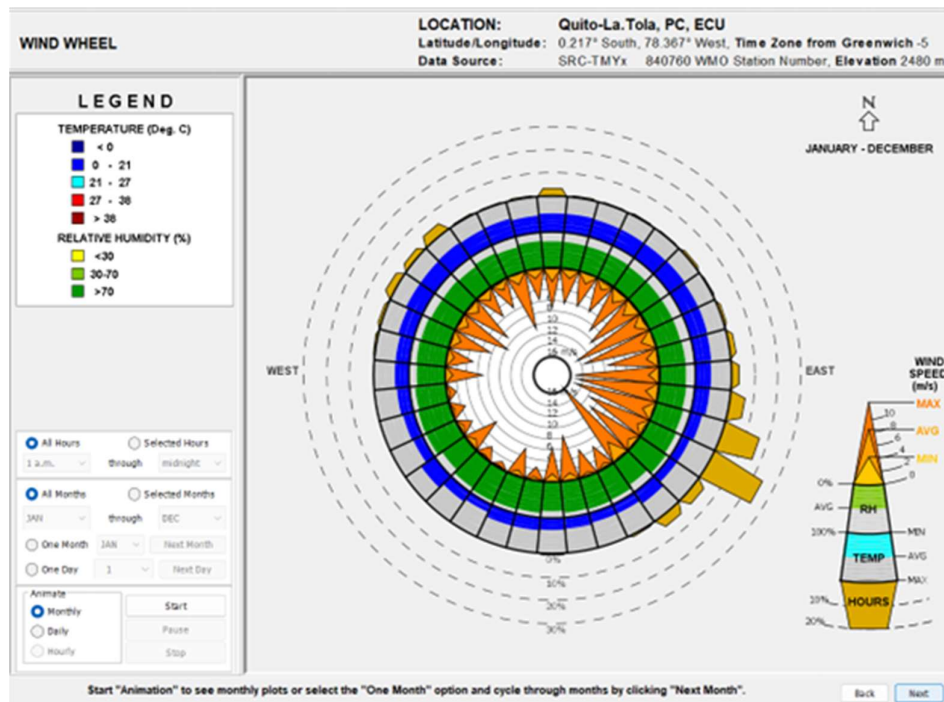


Ilustración 49: Rosa de los Vientos.

Fuente: Climate Consultant 6.0

En conclusión, se puede decir que el sector de La Tola es predominantemente frío con temperaturas que no alcanzan los rangos de confort mínimos, por lo que se debe tomar estrategias para el diseño y construcción que ayude a contraponer estas condiciones.

5.6.2 Análisis de la sensación térmica según los índices PMV Y PPD

Una vez conocidas las características climatológicas del sector de estudio y los datos obtenidos podemos establecer el estado de la percepción del confort térmico en los usuarios, con el apoyo en los softwares Climate Consultant y Psychrometric Chart (Andrew Marsh), en los cuales se procesan los datos y se los interpreta en dependencia de los índices de “porcentaje estimado de insatisfechos” (PPD) y el “voto medio estimado” (PMV).

Para detallar, el PPD suministra información acerca de la incomodidad o insatisfacción térmica, mediante la predicción del porcentaje de personas que, probablemente, sentirán demasiado calor o demasiado frío en un ambiente determinado y puede medirse a partir del PMV.

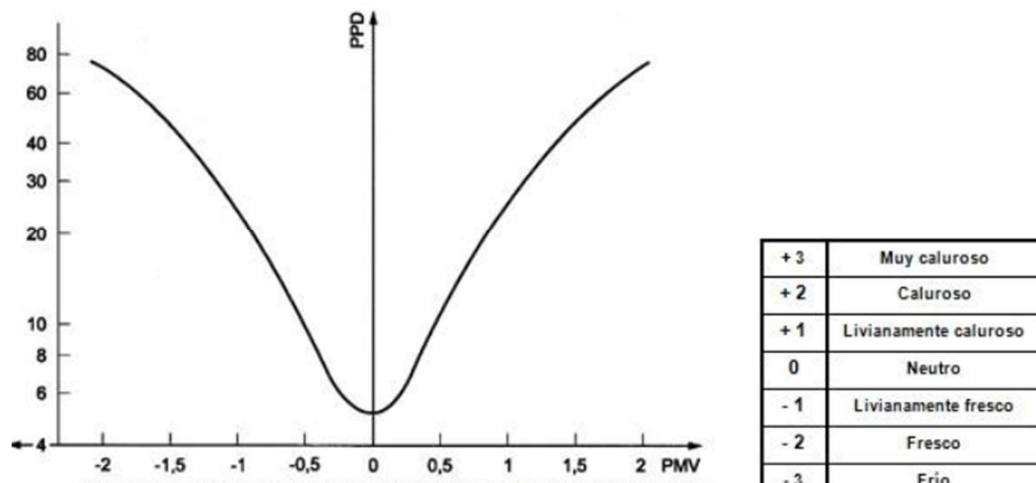


Ilustración 50: Índice PPD en función del PMV.

Fuente: Normativa ISO 7730

Se puede comprender en la ilustración 43 que mientras el valor de PMV más se aleje del cero, será mayor el porcentaje estimado de usuarios insatisfechos o PPD. Los softwares utilizados para este análisis arrojan los resultados conforme a estas dos variables permitiendo de esta manera determinar el estado del confort térmico en la zona de estudio.

Conforme a el primer programa utilizado para este análisis, Psychrometric Chart, el archivo EPW con los datos climatológicos, se visualiza el estado de las condiciones térmicas dependiendo de ciertos parámetros, correspondientes a:

- Velocidad del aire
- Nivel de vestimenta
- Temperatura
- Nivel de actividad metabólica

El software nos permite manipular estos parámetros hasta que los rangos de confort sean alcanzados. Cabe destacar que los datos de temperatura de bulbo seco, humedad relativa y velocidad del viento deben ser colocados según los datos obtenidos del análisis climatológico.

En un primer escenario, sin que los parámetros hayan sido manipulados se obtiene que no se alcanza el rango de percepción de confort necesario para la comodidad de los usuarios (Ilustración 51), con un PMV del -2.79 y un PPD del 89.1%. Esto quiere decir que a la intemperie con el clima de este sector no se puede alcanzar los rangos mínimos para la sensación de confort térmico en los usuarios.

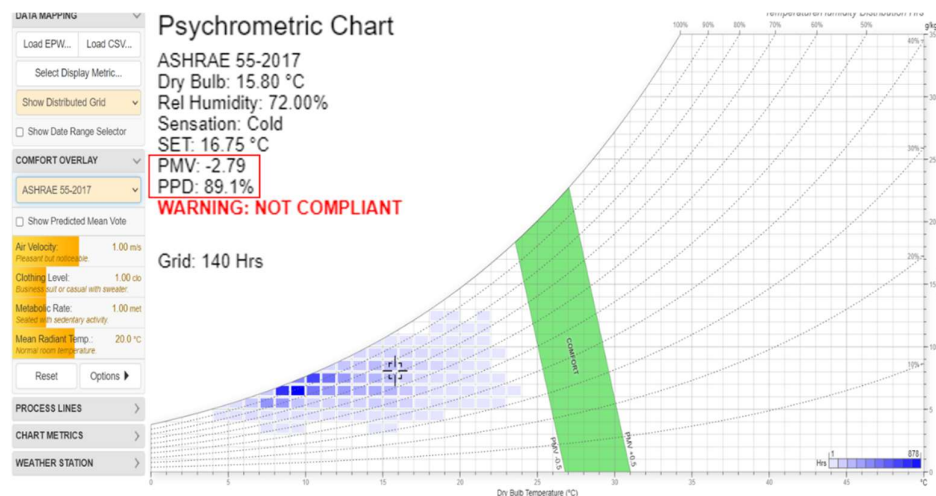


Ilustración 51: Diagrama psicromático sin modificar.

Fuente: Elaboración propia.

En un segundo escenario, se han manipulado los parámetros para alcanzar los rangos de confort, esto se debe tener en consideración para la constatación de que las estrategias de diseño aplicadas para la creación del Centro de Interpretación Cultural Pifo hayan sido las adecuadas para alcanzar las necesidades de sensación térmica dentro del proyecto arquitectónico.

Por lo tanto, teniendo en consideración los parámetros que se puede controlar a nivel de diseño arquitectónico como: reducir la velocidad del viento, aumentar la temperatura media radiante en los espacios y aumentar el nivel de actividad metabólica controlando la funcionalidad del edificio; se puede alcanzar las necesidades de confort térmico mínimos para la percepción del usuario. Como resultado del ajuste de estos parámetros se obtiene un +0.01 de PMV y por lo tanto tan solo un 5.0% del porcentaje estimado de usuarios insatisfechos o PPD.

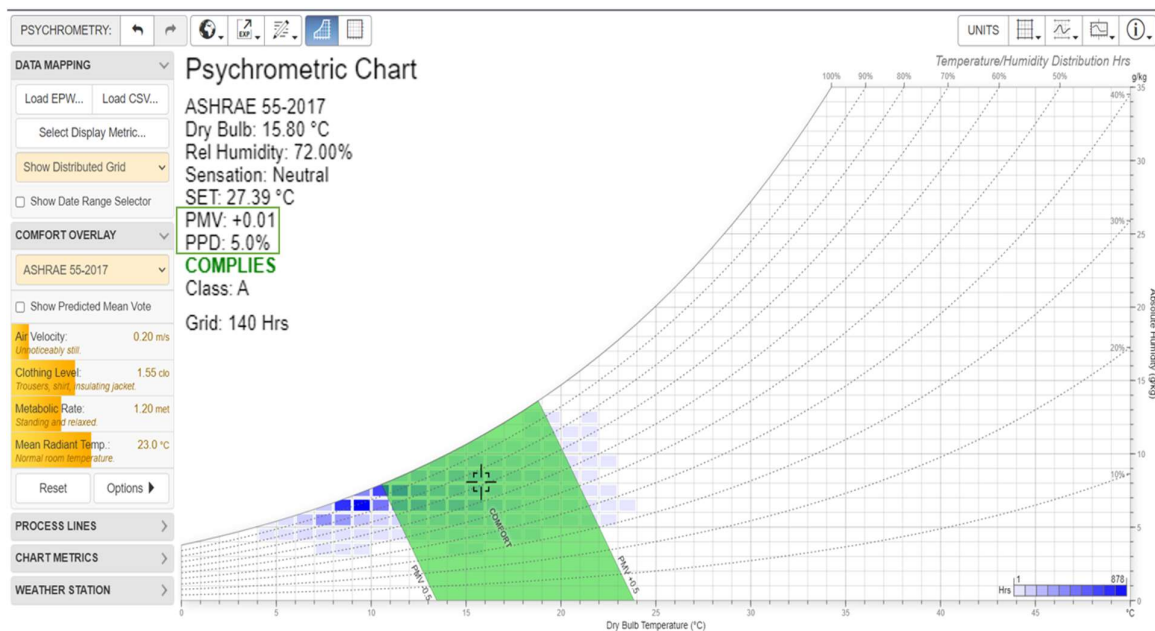


Ilustración 52: Diagrama psicromático modificado.

Fuente: Elaboración propia

5.6.2.1 Estrategias constatadas en el proyecto arquitectónico

Como se menciona en el apartado anterior se debe tener en consideración los parámetros que se puede controlar con el diseño arquitectónico, los cuales son el control de la velocidad del aire, la tasa metabólica dependiente de las actividades físicas que se planean dentro del edificio y la temperatura media radiante que se puede controlar con la materialidad del proyecto.

Conforme a lo que se trata la velocidad del viento, se pudo observar que la edificación tiene el control de la entrada y salida general de aire debido a que los espacios internos con ventanas son a una sola fachada, la cual está orientada al lado opuesto del lugar que provienen la mayoría de las corrientes de aire según lo indica el análisis climatológico.

Con respecto a lo que es la tasa metabólica dependerá de las actividades que se planea que se desarrollen en el proyecto las cuales son sedentarias y contemplación, correspondientes a lugares de estudio, museo o salas de exhibiciones y teatros.

Para verificar el tercer parámetro correspondiente a la temperatura media radiante se sometió los datos climatológicos también a un segundo software, Climate Consultant, que, por sus atributos, propone estrategias de diseño que podrían estar implementadas a nivel arquitectónico. Para este caso el programa menciona las estrategias:

- Ganancia de calor por fuentes internas
- Ganancia de calor por masa de alto almacenaje térmico
- Ganancia de calor por masas de bajo almacenaje térmico
- Calefacción mecánica.

Esto quiere decir que el software recomienda estrategias de ganancia de calor por masas térmicas y esto se le puede atribuir al proyecto debido a que está realizado en su

totalidad en acero con losas y paredes de hormigón el cual tiene la característica de almacenar calor y liberarlo paulatinamente. Cabe mencionar que también está relacionado con el asoleamiento que tenga el proyecto, análisis que se desarrolla a continuación.

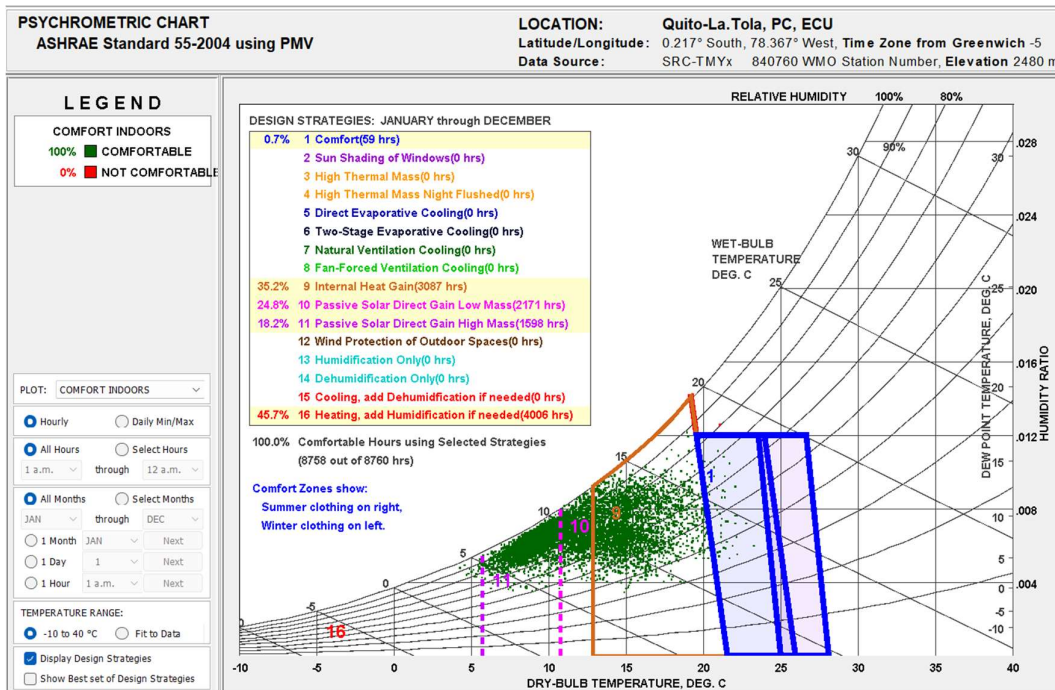


Ilustración 53: Diagrama psicromático con estrategias de diseño.

Fuente: Elaboración propia

El software Climate Consultant también ofrece en un apartado una serie de estrategias de diseño constructivo sostenible, para aprovechar los atributos medio ambientales en general, sin especificar para un determinado territorio. Sin embargo, las estrategias encontradas se mencionarán en el análisis siguiente debido a que se considera una relación directa con el asoleamiento del proyecto.

5.6.2.2 Interpretación de resultados del análisis de la percepción del confort térmico

Se pudo verificar que las estrategias sostenibles que se implementaron para desarrollar el diseño de este proyecto son suficientes para llegar a tener una percepción

del confort térmico agradable y mínima para el desarrollo de las actividades a las que estará dirigido el edificio.

Por lo tanto, no se considera necesario agregar más estrategias para el control de la percepción del confort térmico.

5.6.3 Análisis de asoleamiento

Es necesario evaluar la implantación prevista del proyecto con respecto a la trayectoria del sol debido a que la incidencia solar en las fachadas y dentro de los espacios de este determinará si están aptos para desarrollar las actividades planificadas, tanto en confort lumínico como sensación térmica, sin la necesidad de aplicar estrategias mecánicas que aumenten el gasto energético.

Por lo que se puede verificar en el modelo federado entregado por coordinación el proyecto Centro de Interpretación Cultural Pifo está orientado con su fachada principal viendo principalmente hacia el norte y ligeramente del noroeste, las fachadas laterales están orientadas al este y oeste. Debido a las características del terreno de implantación, parte de las fachadas este, oeste y sur están bajo tierra. También cabe mencionar que, debido a la posición geográfica del proyecto, todo el año tiene 12 horas de luz solar.

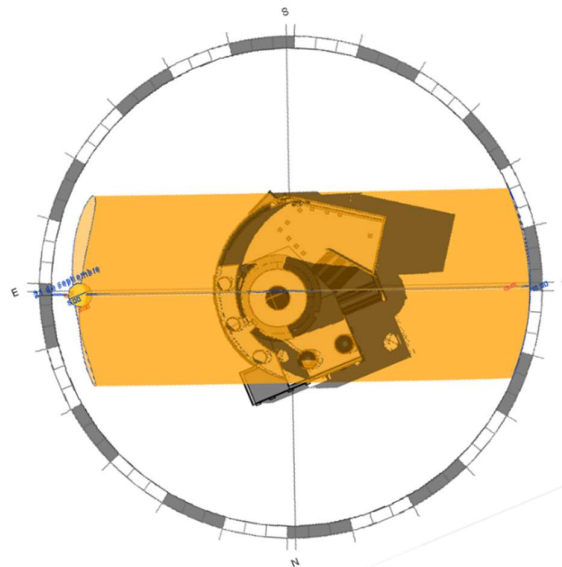


Ilustración 54: Orientación del proyecto.

Fuente: Elaboración Propia.

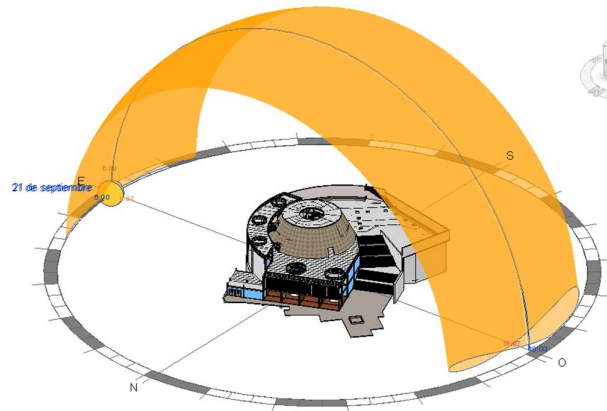


Ilustración 55: Circulación solar.

Fuente: Elaboración propia

Para realizar el análisis del asoleamiento se establecieron tres fechas diferentes y tres horas diferentes, siendo el 21 de junio (solsticio), el 21 de septiembre (Equinoccio) y el 21 de diciembre (Solsticio); las horas seleccionadas fueron aquellas que representen de mejor manera la etapa y posicionamiento solar, siendo las 9h00, 12h00 y 16h00. Esto se realizó para obtener datos más precisos.

21 de septiembre (Equinoccio)

09h00

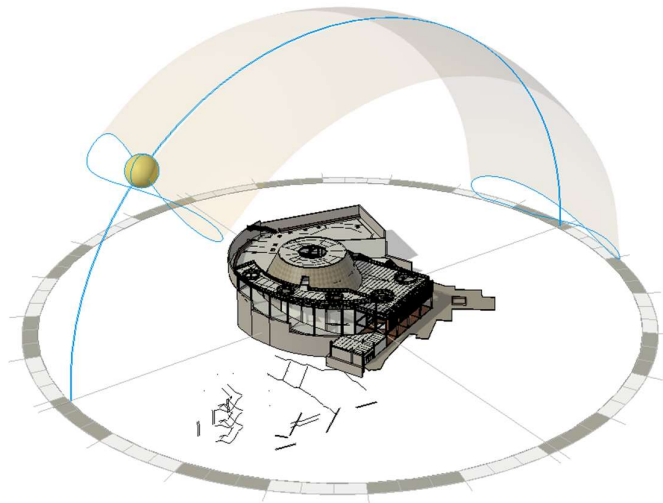


Ilustración 56: Equinoccio 09:00am.

Fuente: Elaboración propia

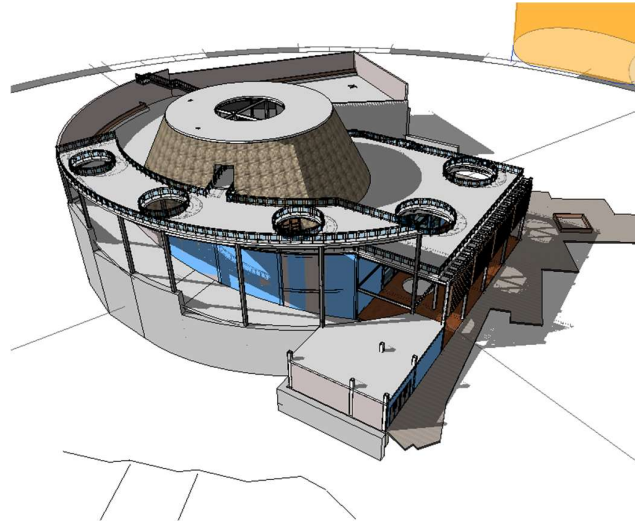


Ilustración 57: Incidencia solar 09.00am.

Fuente: Elaboración propia

El día 21 de septiembre a las 9:00 am se presenta un asoleamiento considerable en la fachada Este la cual no contempla ventana alguna; también se evidencia una importante incidencia en la 5ta fachada. Cabe mencionar que la luz solar pega en la mitad completa del cono arquitectónico correspondiente al 3er y 4to nivel

12h00

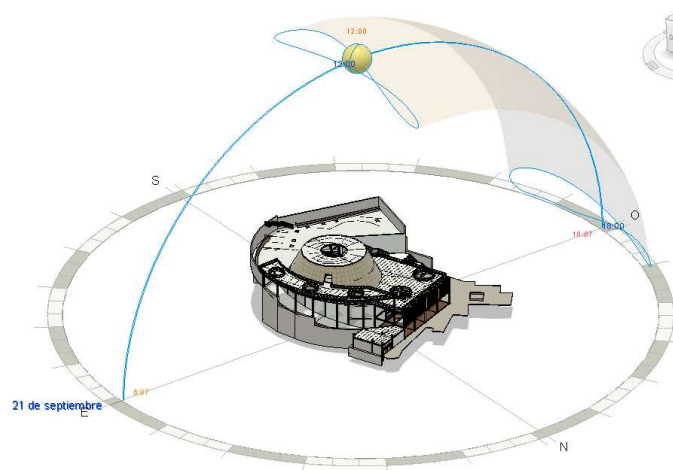


Ilustración 58: Equinoccio 12:00pm.

Fuente: Elaboración propia

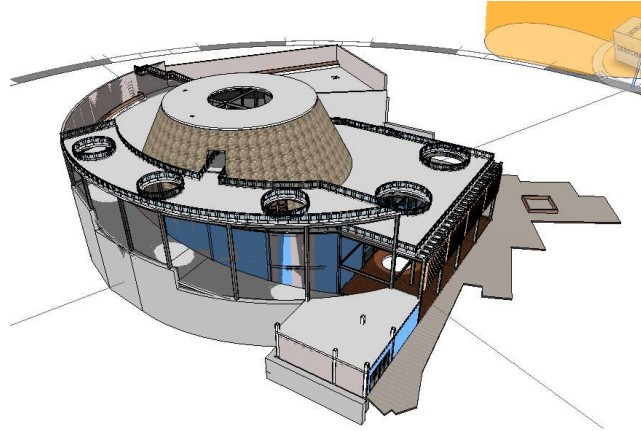


Ilustración 59: Incidencia solar 12.00pm.

Fuente: Elaboración propia

Para el día 21 de septiembre, a las 12:00 pm existe una gran incidencia en la quinta fachada del proyecto y no pega directamente en las otras fachadas. Para el volumen arquitectónico del cono, el sol pega directamente toda la superficie. Las claraboyas obtienen el mayor beneficio de entrada de luz natural e iluminan los espacios interiores.

16h00

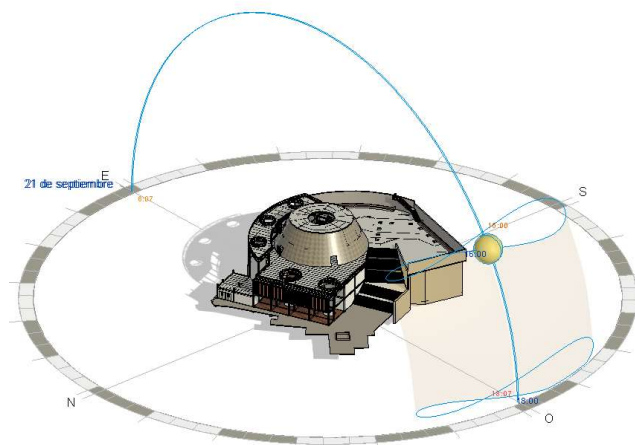


Ilustración 60: Equinoccio 16:00pm.

Fuente: Elaboración propia

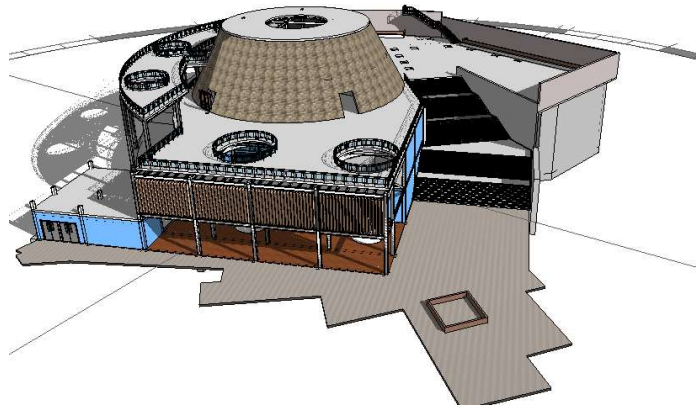


Ilustración 61: Incidencia solar 16.00pm.

Fuente: Elaboración propia

El día 21 septiembre a las 16:00 pm, se aprecia un mayor asoleamiento a la fachada Oeste y parte de la fachada Norte, en estas fachadas al existir ventanas la iluminación natural entrará al edificio. Cabe mencionar que la quinta fachada también tiene un importante asoleamiento y el cono volumétrico es iluminado en la mitad de su superficie.

21 de junio (Solsticio)

09h00

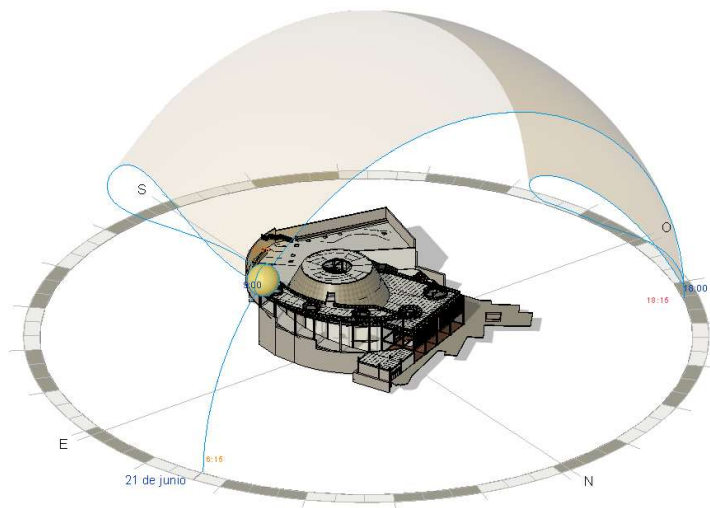


Ilustración 62: 09:00am Solsticio.

Fuente: Elaboración propia

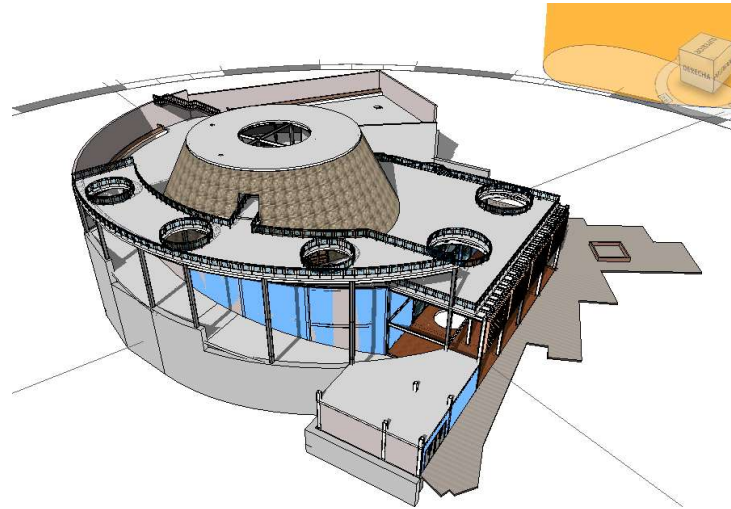


Ilustración 63: 09:00am incidencia solsticio.

Fuente Elaboración propia

Para el 21 de junio a las 9:00 am se presenta una incidencia solar en su mayoría para la fachada Este y en parte de la fachada Norte, esta última al tener ventanales se podrá apreciar un poco de entrada de luz natural. La quinta fachada también tiene una importante incidencia solar lo que permite entrada de luz natural por las claraboyas.

12h00

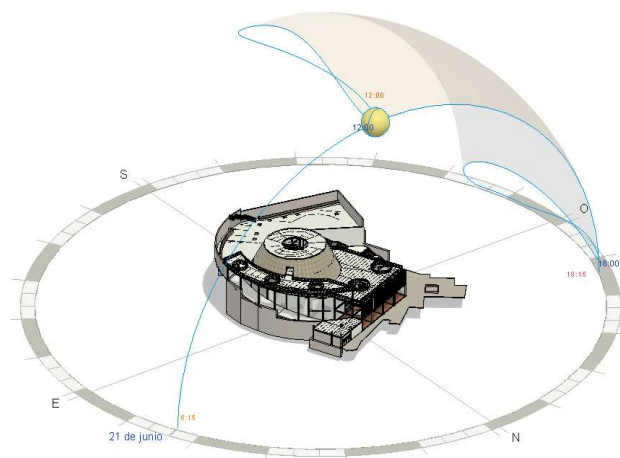


Ilustración 64: 12:00pm Solsticio.

Fuente Elaboración propia

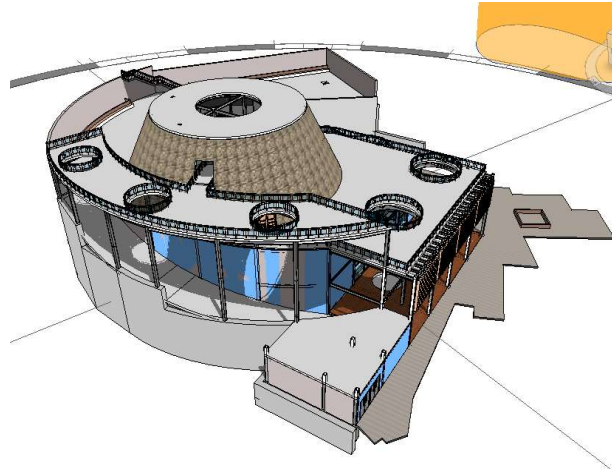


Ilustración 65: 12:00pm incidencia solsticio.

Fuente Elaboración propia

Para el día 21 de junio a las 12:00 pm, se aprecia la incidencia solar principalmente para la quinta fachada, lo cual significaría una entrada de luz natural importante por las claraboyas. También existe asoleamiento para las fachadas Este y Norte en menor cantidad.

16h00

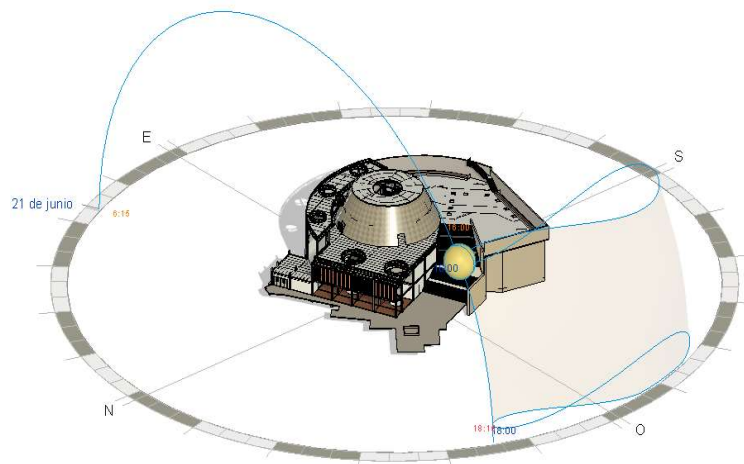


Ilustración 66: 16:00pm Solsticio.

Fuente Elaboración propia

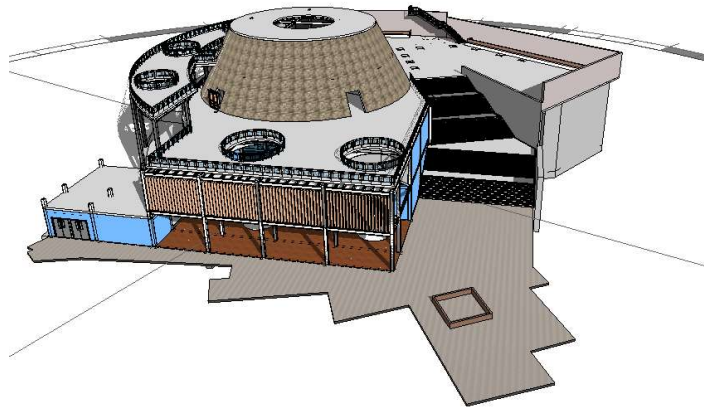


Ilustración 67: 16:00pm incidencia solsticio.

Fuente Elaboración propia

Para el día 21 de junio a las 4 pm, se puede apreciar una incidencia solar para las fachadas Oeste y Norte, lo cual esta última se beneficia con la entrada de la luz natural. Para la quinta fachada y la superficie del volumen cónico también existe un asoleamiento importante.

21 de diciembre (Solsticio)

09h00

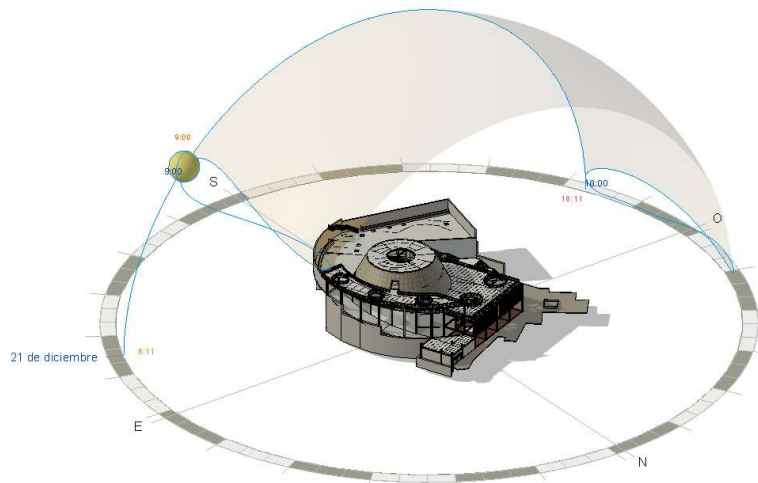


Ilustración 68: 09:00am Solsticio.

Fuente Elaboración propia

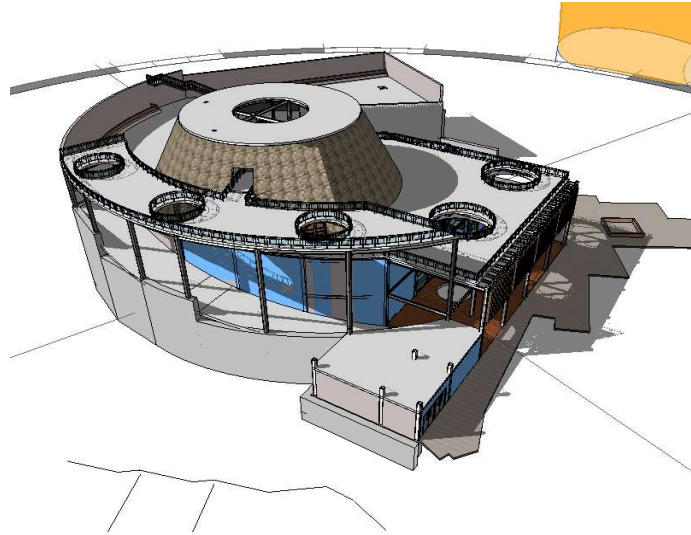


Ilustración 69:09:00am incidencia solsticio.

Fuente Elaboración propia

Para el día 21 de diciembre a las 9:00 am se puede apreciar que la mayor parte de asoleamiento es hacia la fachada Este, la cual al no tener ventanas solo se estaría contando con la iluminación natural por las claraboyas de la quinta fachada, que también tendría un asoleamiento considerable, sin embargo, debido a la inclinación del sol no entraría mucha luz a esta hora.

12h00

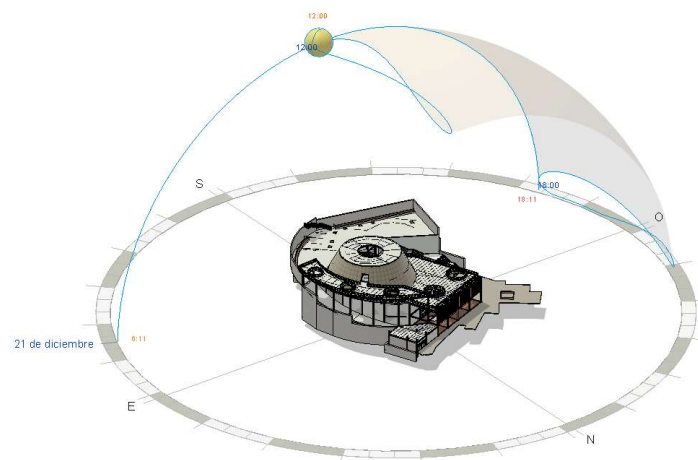


Ilustración 70:12:00am Solsticio.

Fuente Elaboración propia

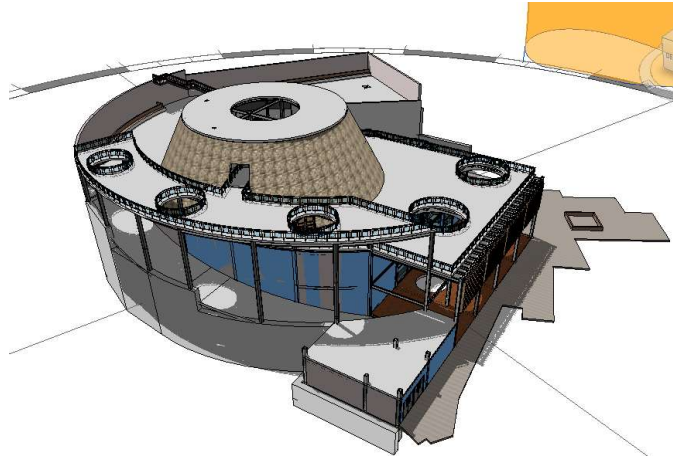


Ilustración 71: 12:00am incidencia solsticio.

Fuente Elaboración propia

Para el día 21 de diciembre a las 12 pm se tiene un asoleamiento directo para la quinta fachada lo que permitiría un ingreso de luz natural importante por las claraboyas, ya que la inclinación del sol no es demasiado baja. También existe una parte de asoleamiento para la fachada Sur, sin embargo, esta al estar bajo tierra no tendría incidencia sobre los muros de esta.

16h00

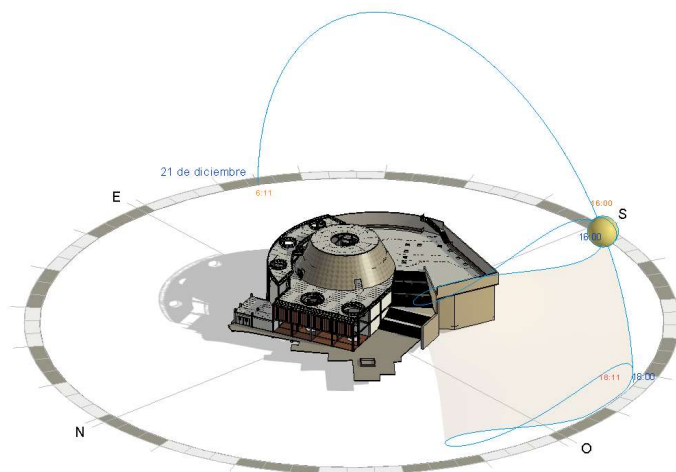


Ilustración 72: 16:00am Solsticio.

Fuente Elaboración propia

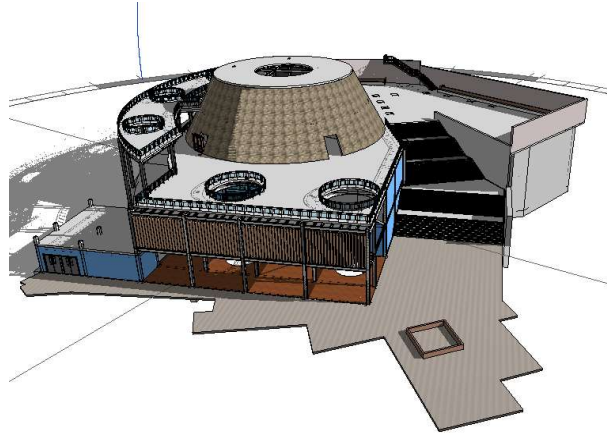


Ilustración 73:16:00am incidencia solsticio.

Fuente Elaboración propia

Para el día 21 de diciembre a las 4 pm se contempla radiación solar principalmente para la fachada oeste, la cual al no tener ventanas se cuenta con la entrada de luz natural por las claraboyas existentes, sin embargo, no sería mucha la iluminación interior debido a la inclinación solar.

5.6.3.1 Interpretación de resultados

El análisis realizado ha demostrado que el asoleamiento tiene un gran impacto para un objeto arquitectónico ya que según como se planifique o cual sea la función se necesita que la luz natural llegue a los diferentes espacios, sin mencionar que la incidencia solar también tiene un gran impacto para el confort térmico dentro del edificio. Se puede aplicar diferentes estrategias que ayuden para controlar el confort, tan solo con basarse en la trayectoria solar con respecto al proyecto.

Lo que se puede constatar del análisis realizado, es que el objeto arquitectónico tiene incidencia solar en todas sus fachadas a excepción de la fachada sur que como se ha mencionado, debido a las características del terreno, esta se encuentra bajo tierra, sin embargo las áreas pertenecientes a esta fachada no se ven afectadas de manera que no sea posible realizar las actividades planificadas, debido a que para esta zona se requiere

una iluminación más tenue, debido a la actividad que se desarrolla, lo cual se explicará con más detalle en el siguiente análisis de iluminación natural.

Es necesario destacar que con el apoyo del software “Climate Consultant” se pudieron detectar algunas estrategias que se aplican en el diseño arquitectónico, referentes a la importancia del asoleamiento dentro del edificio y se toma en consideración aquellas que ayuden a cumplir con los rangos mínimos de confort.

1. Estrategia 19

Maximizar la captación de energía solar para la calefacción de las zonas sociales, reducir el consumo de energía de calefacción e iluminación artificial, y proveer un ambiente confortable y saludable para los usuarios.

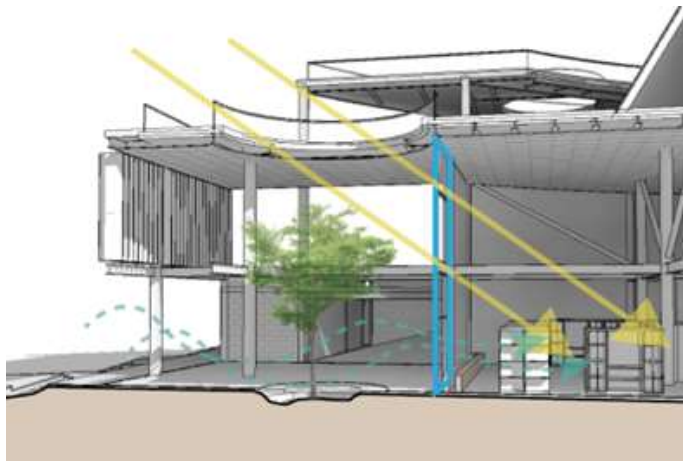


Ilustración 74: Aplicación de estrategia 19.

Fuente: Elaboración propia

2. Estrategia 67

Incorporación de elementos de diseño en fachada que permite gestionar y controlar el nivel de luz solar que ingresa al edificio, especialmente durante las horas de la tarde cuando la intensidad del sol puede ser muy alta.



Ilustración 75: Aplicación de estrategia 67.

Fuente: Elaboración propia

3. Estrategia 23

Se utiliza tragaluces estratégicamente ubicados para permitir la entrada de luz natural en las zonas internas del edificio.

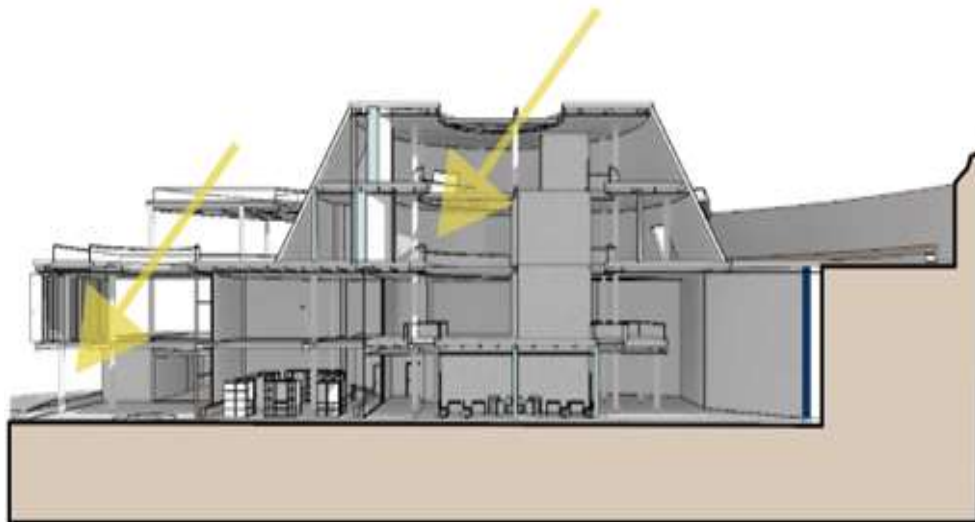


Ilustración 76: Aplicación de estrategia 23.

Fuente: Elaboración propia

4. Estrategia 2

Debido a la geometría del proyecto, será fundamental considerar diferentes tipos de aislamientos térmicos para controlar la temperatura en las zonas subterráneas del edificio.

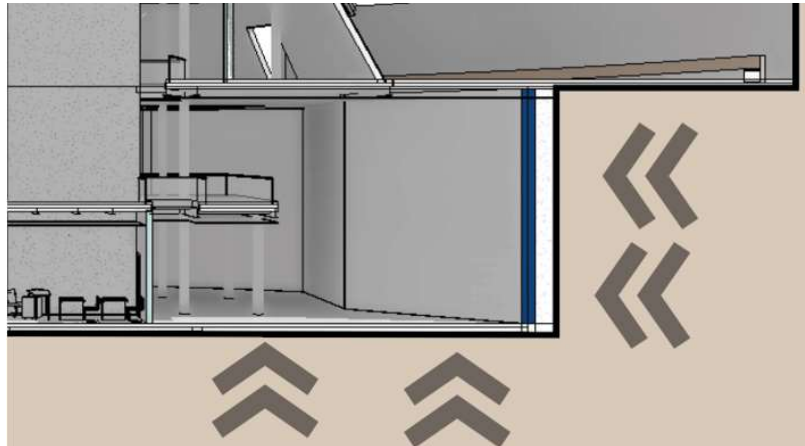


Ilustración 77: Aplicación de estrategia 2.

Fuente: Elaboración propia

En conclusión, se puede decir que un análisis del asoleamiento previo al diseño y construcción de un objeto arquitectónico es vital para poder alcanzar los diferentes rangos de confort que se necesitan para el desarrollo de las actividades especificadas para la función del edificio, tales como confort lumínico y confort térmico.

Es necesario tener en consideración cual será el camino del sol en todo el año debido a que su posición cambia y no tiene la misma incidencia hacia todas las fachadas en las distintas épocas del año.

Por lo que se puede constatar en el análisis del asoleamiento con respecto a la implantación del proyecto, se considera que no es necesario realizar modificaciones debido a que la incidencia de luz sobre el edificio es suficiente para cubrir con las necesidades de desarrollar sus actividades a los usuarios.

Este análisis realizado y sus resultados serán debidamente documentados en un informe el cual pasará a coordinación para dar a conocer la recomendación del líder de sostenibilidad tal como se detalla en el flujo de trabajo de esta disciplina

5.6.4 Análisis de iluminación natural

El análisis de iluminación natural dentro de los espacios del proyecto Centro de Interpretación Cultural Pifo ayudará a determinar que no se tenga sobre exposición solar o, por el contrario, escases lumínica dependiendo de las actividades que se desarrollarán en dichas áreas. Para determinar que los valores cumplen con las necesidades de cada área se realizó la comparación de resultados con los estándares de confort lumínico medido en luxes.

Para llevar a cabo este análisis se requirió previamente que los modelos, tanto arquitectónico como estructural, estén avanzados a más del noventa por ciento ya que los elementos vistos más grandes y que tienen mayor influencia en el proyecto arquitectónico deben estar completamente considerados debido a que es importante evidenciar el comportamiento que puede tener la luz natural sobre estos elementos y los espacios que conforman dentro del edificio.

Una vez que los modelos son entregados para el análisis, se los vincula en un solo archivo RVT, siendo el modelo de arquitectura el archivo en el cual se va a trabajar y se vincula a este el modelo estructural; cabe mencionar que gracias a que los modelos están previamente georreferenciados ambos modelos al ser vinculados conforman un solo elemento.

Selección de las áreas de análisis

Posterior a la vinculación de los modelos, se establece las áreas que serán evaluadas. La selección de las diferentes áreas fue determinada por la funcionalidad que

cumplirían, debido a que la cantidad de iluminación mínima requerida varía dependiendo de la actividad que se realizará. También cabe mencionar que por a la naturaleza funcional del edificio es que se determina cuales espacios son más relevantes; por ejemplo, al ser un proyecto destinado para la interpretación cultural se necesita que los espacios de exposición no excedan la cantidad máxima de iluminación requerida para no estropear las obras. Las cantidades de iluminación necesaria pueden variar significativamente según los estándares de confort lumínico. Esto llega a ser determinante para el correcto funcionamiento del edificio.

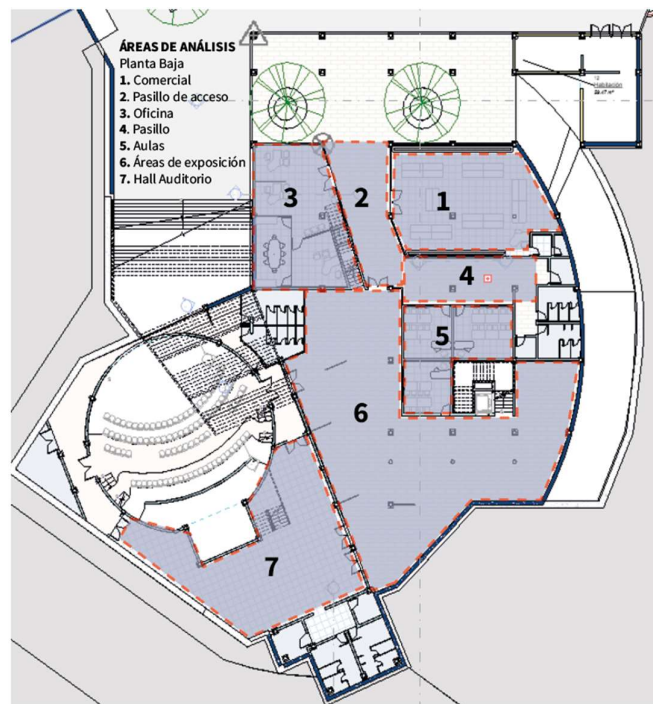


Ilustración 78. Áreas de análisis lumínico

Fuente: Elaboración propia.

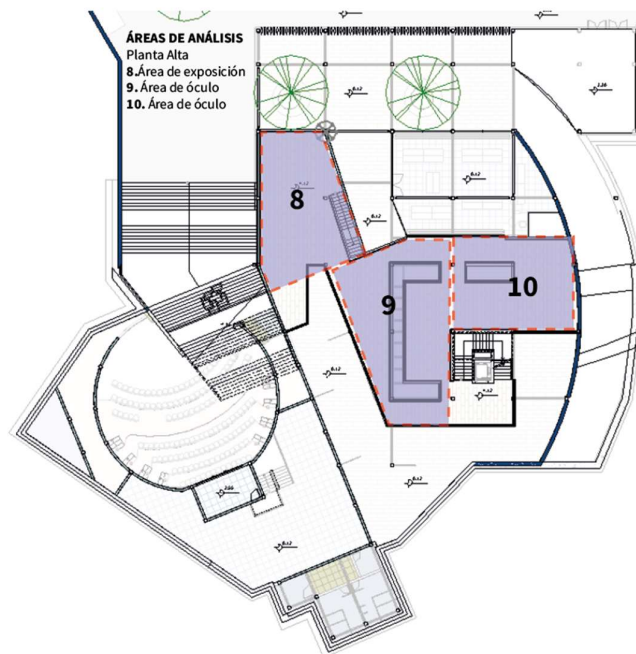


Ilustración 79. Áreas de análisis lumínico, planta 2

Fuente: Elaboración propia.

Posterior a la selección de las áreas, se establecen las escenas en las cuales se basará los resultados de cada uno de los análisis medidos en luxes, siendo diez las escenas proyectadas, en las cuales debía apreciarse de forma adecuada el área para realizar un análisis eficaz.

Para obtener resultados más precisos se estableció tres fechas de las más significativas para el calendario solar, siendo los solsticios (21 de junio y 21 de diciembre) y el equinoccio (21 de septiembre). Además, se determinó que, para evidenciar la iluminación dentro de los espacios con mayor fidelidad, se establezcan tres diferentes horas del día; siendo a las 9h00, 12h00 y 16h00 las seleccionadas para realizar el análisis. Como resultado se obtuvo que serían nueve imágenes por cada escena.

La herramienta utilizada fue Revit 2024 y el componente “Renderización en la nube”, que permite realizar la producción de las imágenes y posterior a eso traducirlas a imágenes en una escala de determinados colores que se interpretan con los rangos de

luxes que corresponda. Se estableció que el rango sería de 0 a 3000 luxes para facilitar la lectura de la leyenda.



Ilustración 80: Rango de análisis.

Fuente: Nube de Autodesk

Los criterios de evaluación para este análisis son los rangos de confort lumínico establecidos por la normativa ISO 8995, en la siguiente tabla se recupera las áreas en las que se enfoca el proyecto.

TIPO DE RECINTO Y ACTIVIDAD	UGR _L	NIVELES DE ILUMINANCIA (lx)		
		Mínimo.	Medio	Máximo
Áreas generales en las edificaciones				
Áreas de circulación, corredores	28	50	100	150
Escaleras, escaleras mecánicas	25	100	150	200
Vestidores, baños.	25	100	150	200
Almacenes, bodegas.	25	100	150	200
Oficinas				
Oficinas de tipo general, mecanografía y computación	19	300	500	750
Oficinas abiertas	19	500	750	1000
Oficinas de dibujo	16	500	750	1000
Salas de conferencia	19	300	500	750
Colegios y centros educativos.				
<i>Salones de clase</i>				
Iluminación general	19	300	500	750
Tableros	19	300	500	750
Elaboración de planos	16	500	750	1000
<i>Salas de conferencias</i>				
Iluminación general	22	300	500	750
Tableros	19	500	750	1000
Bancos de demostración	19	500	750	1000
Laboratorios	19	300	500	750
Salas de arte	19	300	500	750
Talleres	19	300	500	750
Salas de asamblea	22	150	200	300

Ilustración 81: Tabla de rangos de iluminación.

Fuente: Normativa ISO 8995

TABULACIÓN DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE ILUMINACIÓN NATURAL

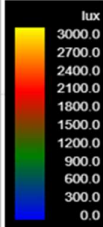
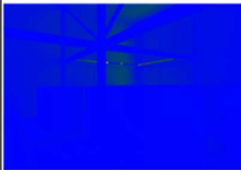
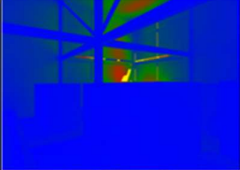
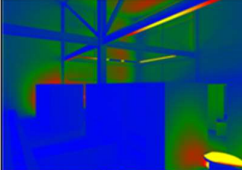
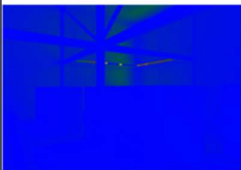
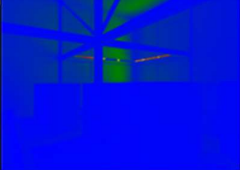
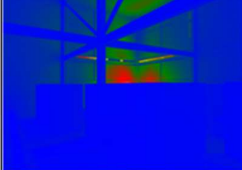
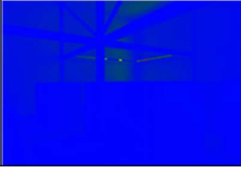
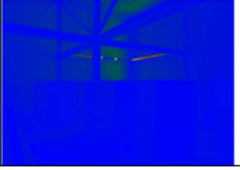
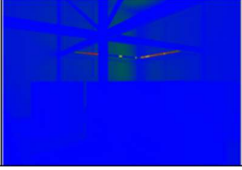
1		9h00	12h00	16h00	Resultados
Tienda de Artesanías  	21-jun				El espacio analizado tiene grandes ventanales que permiten la entrada de luz natural necesaria, sin embargo no en exceso gracias a las protecciones que tiene el edificio en la fachada principal. Cumple con las necesidades de iluminación requeridas.
	21-sep				
	21-dic				

Ilustración 82. Tabla de resultados 1

Fuente: Elaboración propia

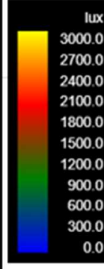
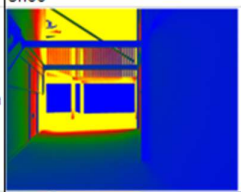
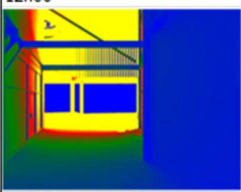
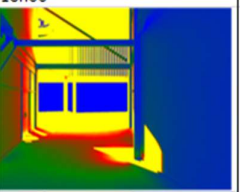
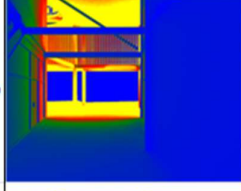
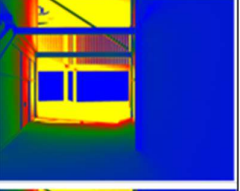
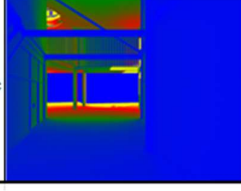
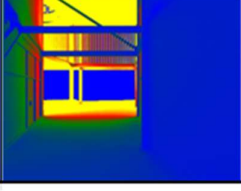
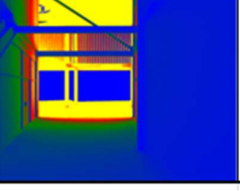
2		9h00	12h00	16h00	Resultados
Pasillo de acceso  	21-jun				Este espacio, al estar en contacto directo con la fachada principal, a ciertas horas ingresa mayor cantidad de iluminación natural. Para la actividad que se desarrolla aquí, que es circulación. Cumple con las necesidades de iluminación requeridas
	21-sep				
	21-dic				

Ilustración 83. Tabla de resultados 5 y 6.

Fuente: Elaboración propia.

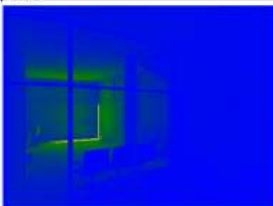
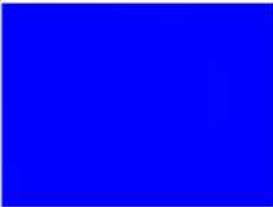
3		9h00	12h00	16h00	Resultados
Oficinas 	21-jun				El área de oficinas no llega a cumplir con la iluminación requerida para las actividades desarrolladas por lo que necesitaría apoyo de luz artificial. No cumple con los requerimientos de iluminación requeridos.
	21-sep				
	21-dic				

Ilustración 84. Tabla de resultados 4

Fuente: Elaboración propia.

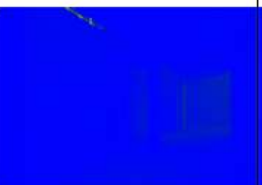
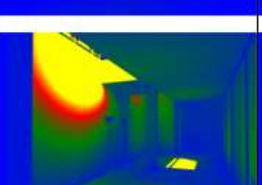
4		9h00	12h00	16h00	Resultados
Pasillo aulas y baños 	21-jun				La cantidad de iluminación natural para esta área es suficiente para la actividad que se desarrolla. Sin embargo a cierta hora y fecha existe demasiada luz impactando a esta área ocasionando un deslumbramiento, se recomendaría tomar estrategias para remediarlo. En general cumple con las necesidades de iluminación.
	21-sep				
	21-dic				

Ilustración 85. Tabla de resultados 5

Fuente: Elaboración propia.

5		9h00	12h00	16h00	Resultados
AULAS	21-jun				La nula existencia de ventanas provoca que la luz natural no ingrese al espacio arquitectónico, lo cual no es ideal para el desarrollo de la actividad planificada, que debería ser entre 300 - 750 (lux). Por lo tanto no cumple con las necesidades de luz requeridas
	21-sep				
	21-dic				

lux

3000.0

2700.0

2400.0

2100.0

1800.0

1500.0

1200.0

900.0

600.0

300.0

0.0

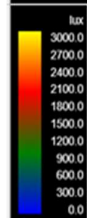
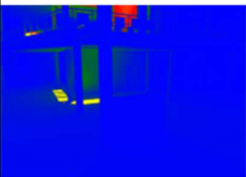
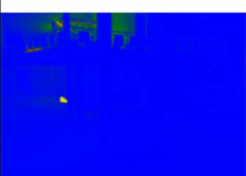
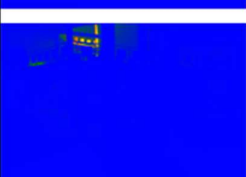


Ilustración 86. Tabla de resultados 6.

Fuente: Elaboración propia.

6		9h00	12h00	16h00	Resultados
Espacios de exposición primer piso 	21-jun				La iluminación natural que entra a esta área llega a ser suficiente para la actividad principal que se desarrolla, la cual al ser un espacio de exposiciones se requiere de iluminación controlada. Sin embargo la luz que ingresa por la claraboya en cierta fecha y cierta hora llega a tener un impacto de deslumbramiento. En general cumple con las necesidades de iluminación.
	21-sep				
	21-dic				

lux

3000.0

2700.0

2400.0

2100.0

1800.0

1500.0

1200.0

900.0

600.0

300.0

0.0

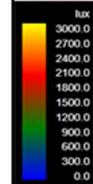


Ilustración 87. Tabla de resultados 7.

Fuente: Elaboración propia.

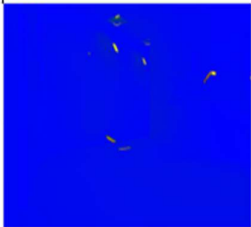
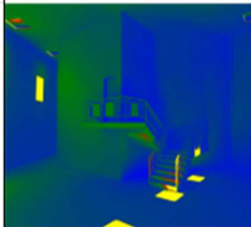
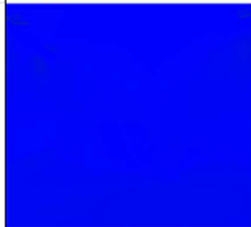
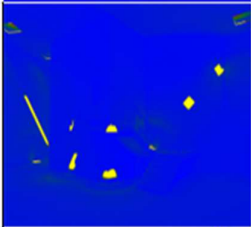
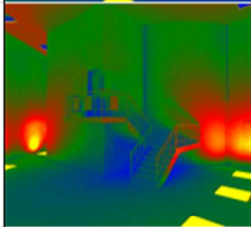
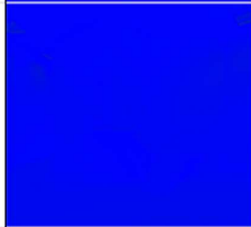
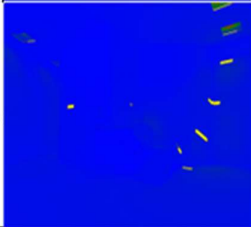
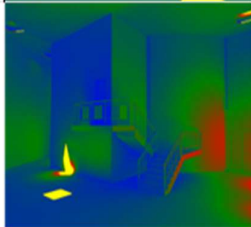
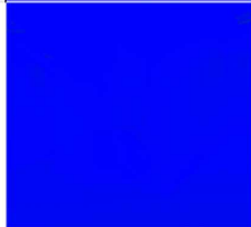
7		9h00	12h00	16h00	Resultados
Hall Auditorio	21-jun				Este espacio no tiene ventanas, sin embargo la iluminación natural ingresa por medio de las claraboyas iluminando el espacio dependiendo de la fecha y hora. En general la mayor incidencia de luz se da a el medio día y puede llegar a ser un poco alta, sin embargo, por la función de esta sala de recibir a los usuarios antes del auditorio, no se necesita que la iluminación sea baja como una sala de exposiciones, por lo tanto cumple con las necesidades de iluminación.
	21-sep				
	21-dic				

Ilustración 89. Tabla de resultados 9.

Fuente: Elaboración propia.

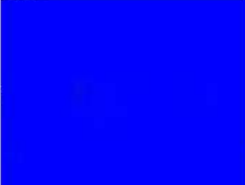
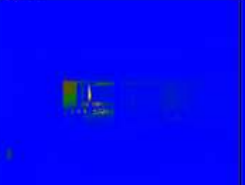
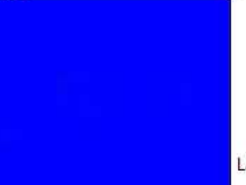
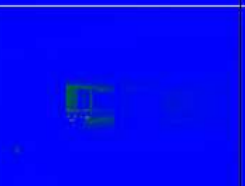
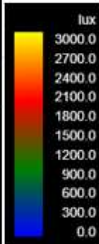
8		9h00	12h00	16h00	Resultados
Salas de Exposición Segundo piso	21-jun				La iluminación natural que entra a esta área llega a ser suficiente para la actividad principal que se desarrolla, la cual al ser un espacio de exposiciones se requiere de iluminación artificial controlada. En general cumple con las necesidades de iluminación.
	21-sep				
	21-dic				

Ilustración 88. Tabla de resultados 10.

Fuente: Elaboración propia.

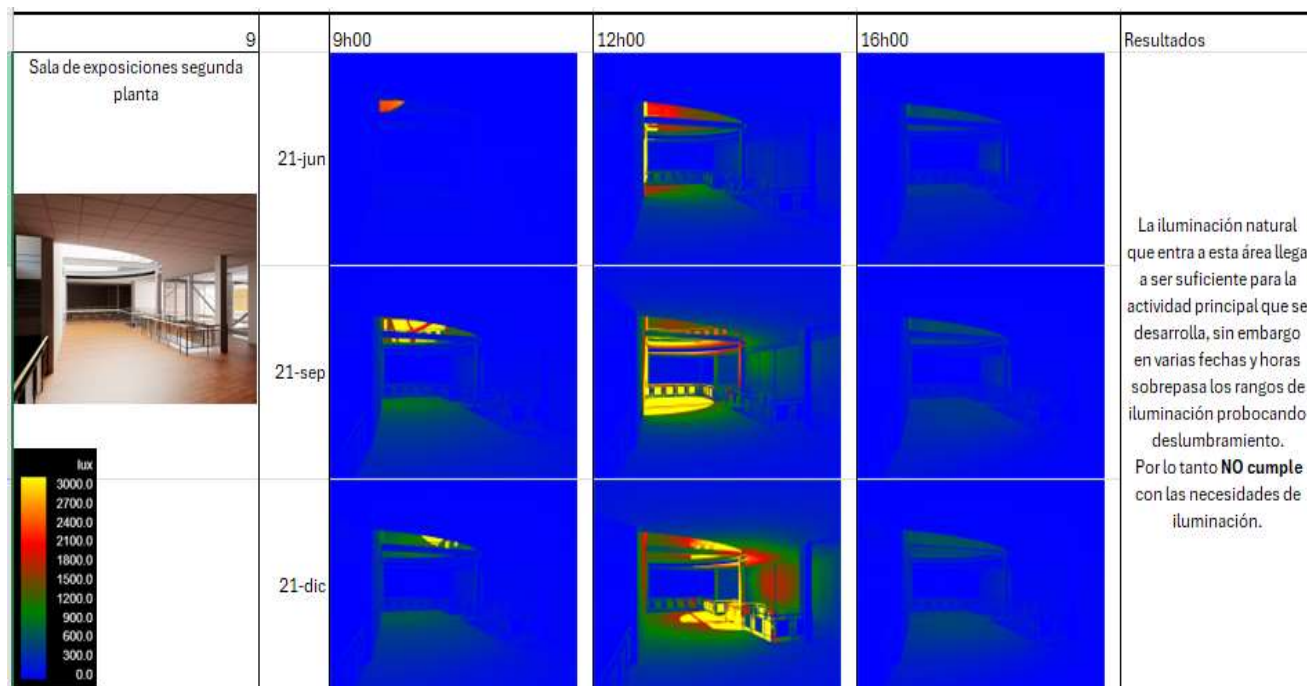


Ilustración 90. Tabla de resultados 11

Fuente: Elaboración propia.

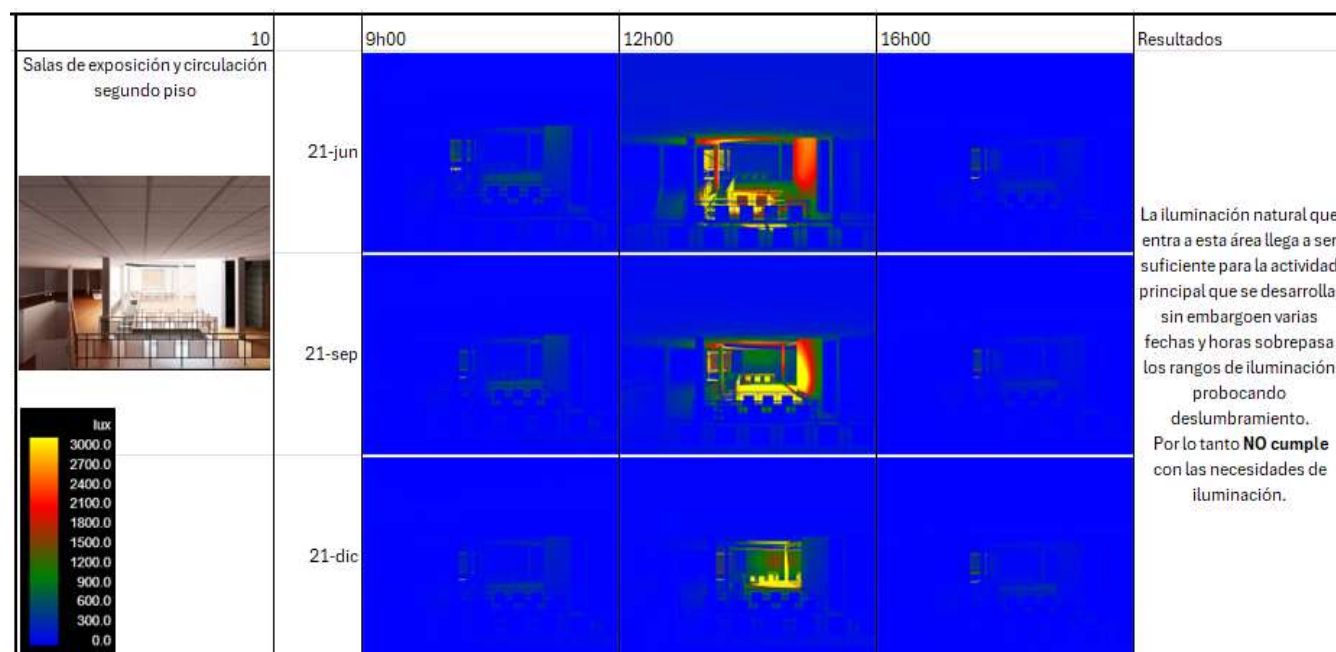


Ilustración 91. Tabla de resultados 12

Fuente: Elaboración propia.

5.6.4.1 Interpretación de resultados

El análisis de iluminación natural dentro de las áreas seleccionadas en el proyecto arrojó que la mayoría de los espacios están correctamente iluminados, siendo 6 de 10 los espacios que cumplen con las necesidades de iluminación que se requieren para las diferentes actividades a ser desarrolladas. Sin embargo, las áreas restantes no cumplen con las necesidades de iluminación, ya sea por sobrepasar los rangos o por no llegar a los requerimientos mínimos.

En la tabulación de resultados se especifica cuáles son las áreas que no cumplen con las necesidades de iluminación para las actividades mediante luz natural.

5.6.4.2 Recomendaciones y propuestas

Se recomienda tomar estrategias para contraponer las deficiencias lumínicas para los espacios detallados en la tabulación de resultados. En específico para las áreas que no llegan a los rangos mínimos de iluminación se propone dar apertura y colocación de ventanas lo suficientemente grandes para permitir el paso de luz natural y de esta manera reducir la dependencia de energía eléctrica. Por el contrario, para las áreas que tienen sobreexposición de luz solar, se recomienda tomar la estrategia de implementar obstáculos que reduzcan la entrada de iluminación solar.

El área que se requiere implementar ventanas es el de las aulas de clase ya que el diseño actual no prevé vanos que permitan el ingreso de luz solar. El rango mínimo de iluminación que debería cumplir es entre 300 y 750 luxes según la normativa ISO 8995. Las dimensiones que se proponen son una ventana tipo muro cortina, debido que esta área no tiene contacto directo con las fachadas y el ingreso de luz solar puede dificultarse.

Para las áreas que presentan sobreexposición de luz solar, precisamente las zonas de exposición en segundo piso, que debido a la gran claraboya central existente se sugiere implementar una estrategia que obstaculice la entrada de luz, la cual puede ser una

pérgola radial inspirada en el ramaje de un árbol que por sí mismo brinda sombra y de esta manera tomar estrategias como Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN).



Ilustración 92: Sombra de ramaje de un árbol.

Recuperado de: <https://www.pinterest.com/pin/279856564339207620/>

Abstrayendo la forma de las ramificaciones de los árboles se puede proponer una pérgola radial que además ayude ocultando las vigas vistas de la estructura en el tragaluz del proyecto.

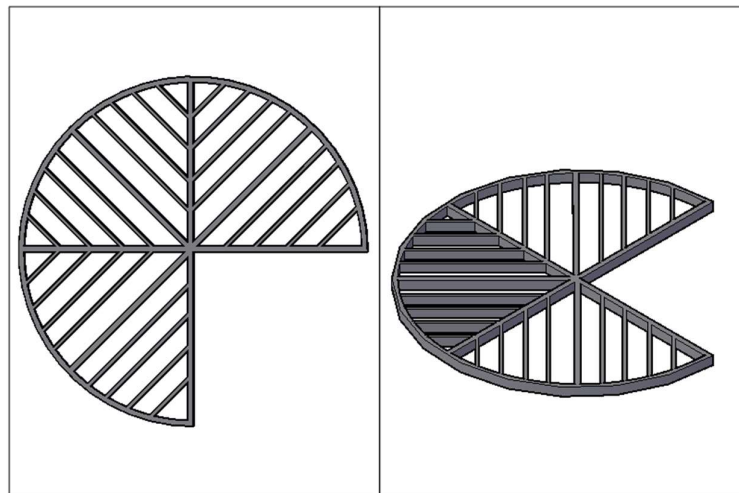


Ilustración 93: Propuesta pérgola.

Fuente: Elaboración propia.

5.5.4.3 Aplicación de las estrategias propuestas

La primera estrategia planteada para las aulas solucionó la nula entrada de luz natural existente, obteniendo el siguiente resultado.

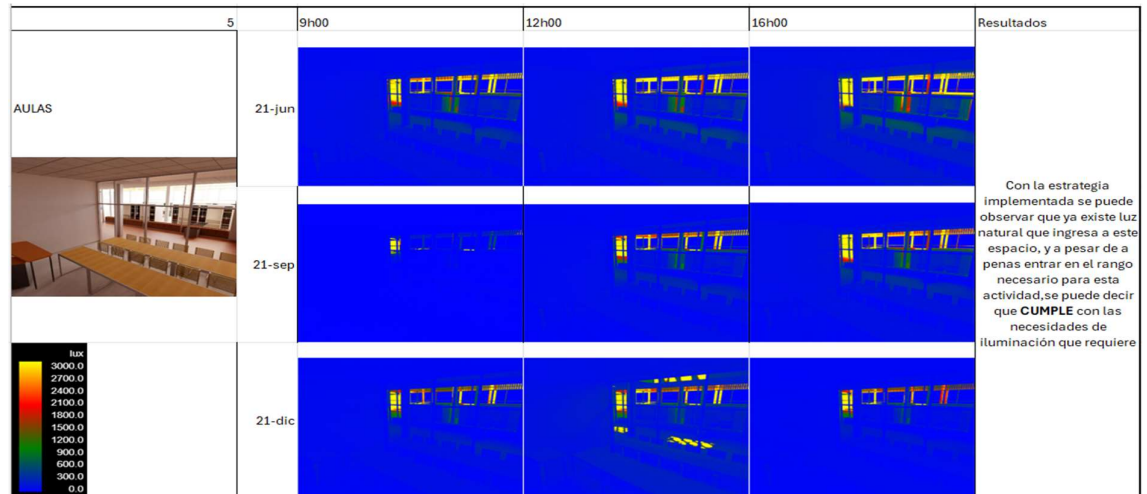


Ilustración 94: Aplicación de la primera estrategia.

Fuente: Elaboración propia

La segunda estrategia pretendía reducir la incidencia de luz solar debido a que era demasiado alta en ciertas horas y fechas.

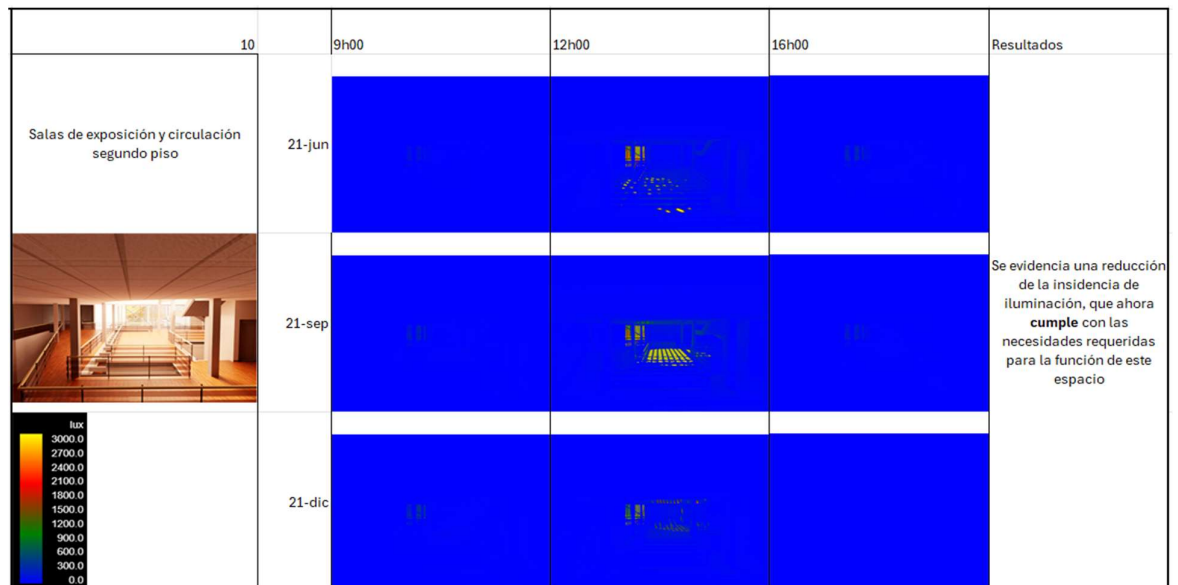


Ilustración 95: Ilustración 65: Aplicación de la segunda estrategia.

Fuente: Elaboración propia

5.6. Análisis de la eficiencia energética, estrategias y aplicación con insight

Otro de los análisis requeridos según se menciona en el BEP, es en análisis de la eficiencia energética en el cual se podrá evaluar el consumo eléctrico que se dará en el proyecto, traducido en dólares por metro cuadrado anual, o kWh por metro cuadrado anual, lo cual puede representar un ahorro significativo a largo plazo.

Para la elaboración del análisis de eficiencia energética, es necesario tener un modelo analítico, el cual es procesado por el software Revit, cabe recalcar que previamente hay que tener modelada la edificación tanto las paredes como los pisos tan solo es necesario que esté a nivel masas conceptuales. A este modelo analítico se le da la información de los materiales de los envolventes y así el software puede crear un modelo realista del proyecto.

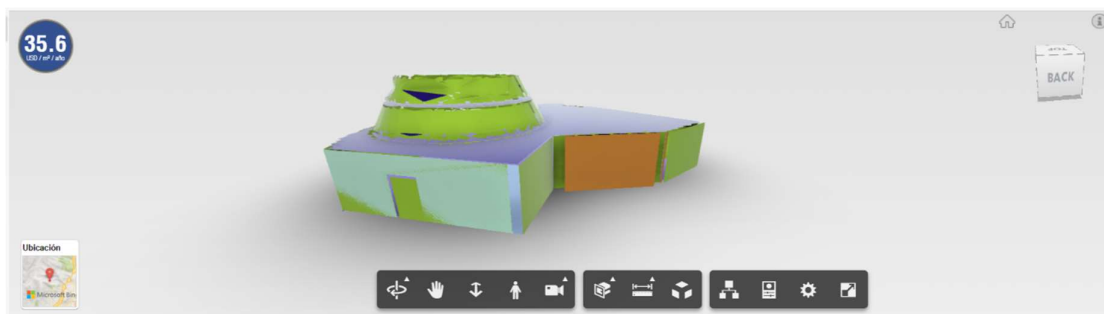


Ilustración 96: Modelo analítico en Insight.

Fuente: Elaboración propia

Los resultados preliminares que arrojó Insight fueron:

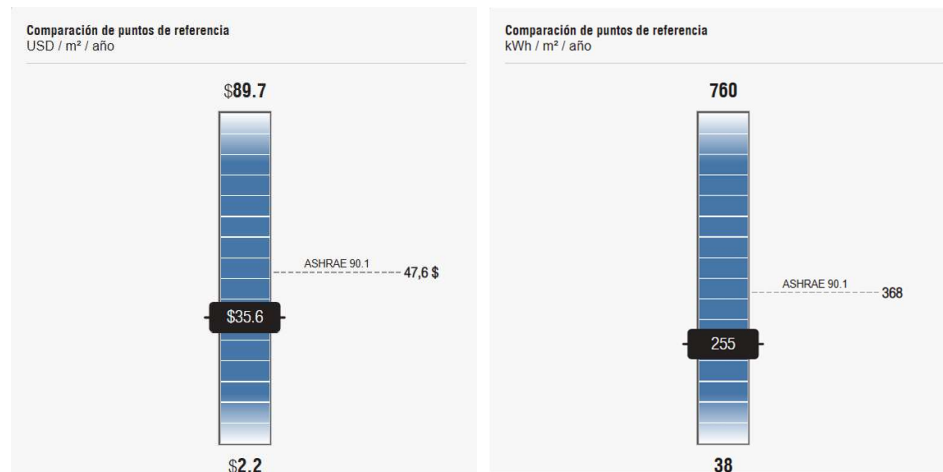


Ilustración 97: Resultados preliminares en Insigh.

Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la imagen el proyecto está cumpliendo la normativa ASHRAE 90.1, que se usa como referencia de eficiencia energética, con un consumo de 35,6 USD/m²/año o 255 kWh/m²/año, lo que por todo el área de construcción se traduciría en 88090.42 USD por año y gracias a las bondades del BIM podemos aumentar el beneficio energético aplicando algunas estrategias que nos permite manipular el software INSIGHT.

5.6.1 Estrategias

1. Relación ventana-pared (WWR)

La primera estrategia que nos permite manipular el software es la relación ventana-pared que consiste en el porcentaje de acristalamiento de la edificación que se obtiene de la división del área acristalada por el área bruta de la pared.

Para este caso de estudio, se aplicó las condiciones de acristalamiento en la fachada norte donde se encuentra la mayoría con una relación del 65% y para el resto de las fachadas se seleccionó que no tenían acristalamientos lo que correspondería al 0%.

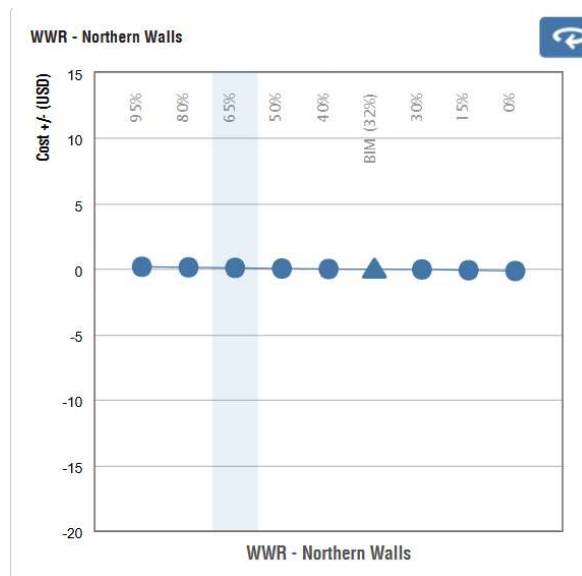


Ilustración 98: Relación ventana-pared, fachada norte.

Fuente: Elaboración propia

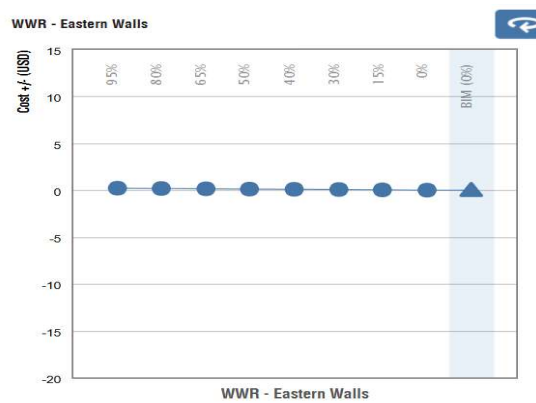


Ilustración 99: Relación ventana-pared, fachada este.

Fuente: Elaboración propia

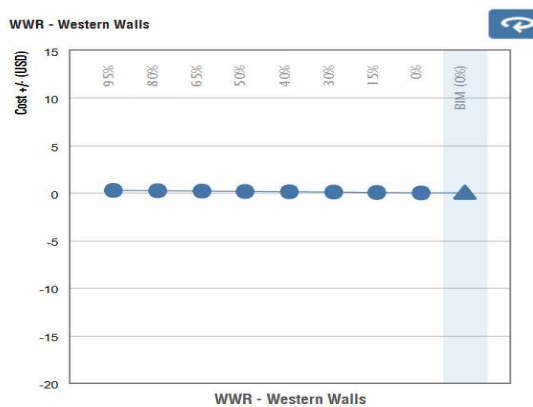


Ilustración 100: Relación ventana-pared, fachada oeste.

Fuente: Elaboración propia

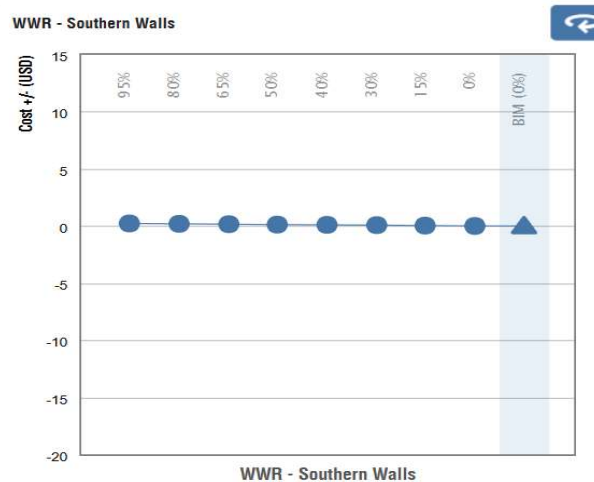


Ilustración 101: Relación ventana-pared, fachada sur.

Fuente: Elaboración propia

2. Elementos de sombra en fachada

Para la opción de elementos sombra, se aplicó tan solo para la fachada norte donde se encuentra la mayor de acristalamientos y se seleccionó la opción correspondiente al diseño del proyecto de $\frac{1}{2}$.

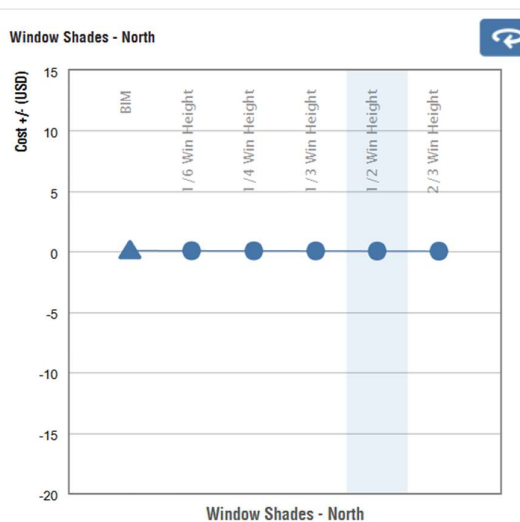


Ilustración 102: Elementos de sombra en fachada norte.

Fuente: Elaboración propia

3. Eficiencia de Iluminación

En esta estrategia se escogió la opción BIM, es decir, un valor promedio que haga referencia al consumo de energía de unidad por superficie según el modelo en el software.

4. Iluminación natural y controles de ocupación

Esta estrategia se refiere a controles de ocupación mediante sensores para reducir el coste energético, sin embargo, no se consideró proponerlo para este proyecto. En cuanto a iluminación natural si se tomó en cuenta, por lo que se opta seleccionar controles de iluminación natural.

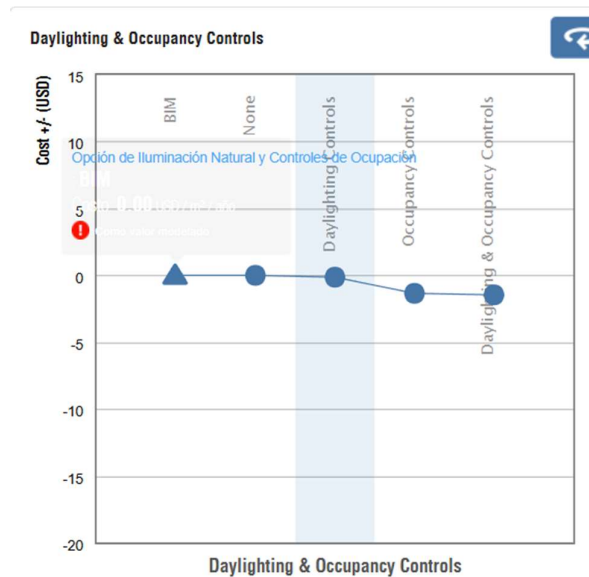


Ilustración 103: Iluminación natural y controles de ocupación.

Fuente: Elaboración propia

5. Eficiencia de carga de enchufes

Esta estrategia que se menciona hace referencia al uso de electrodomésticos y otros equipos electrónicos según la potencia promedio por unidad de superficie utilizada. Esta no se tomó en consideración, por lo que se optó por seleccionar la opción BIM.

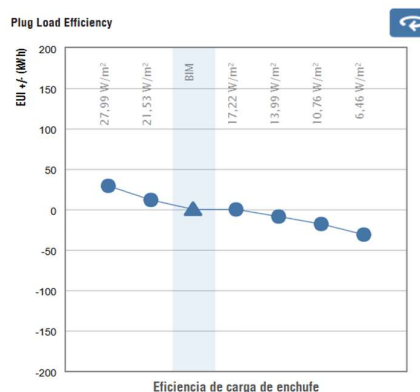


Ilustración 104: Eficiencia de carga de enchufes.

Fuente: Elaboración propia

6. Horario de funcionamiento

Para esta estrategia fue necesario conocer la funcionalidad a la que estará destinada la edificación, siendo que no tendrá la misma ocupación como una residencia. Siendo que los horarios de funcionamiento, que corresponde para este centro de interpretación cultural son de 12 horas al día, por 5 días de la semana, se procedió a seleccionar esta opción en el software. Teniendo una reducción considerable en el consumo energético.

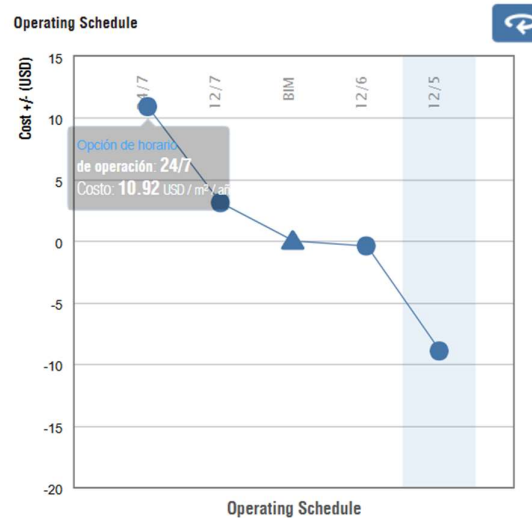


Ilustración 105: Horario de funcionamiento planificado.

Fuente: Elaboración propia

Resultados de las estrategias escogidas

Con la selección y aplicación de las estrategias seleccionadas en el software Insight, en el modelo constata que se puede lograr reducir el consumo energético de 35.6 USD/m²/año o 255kWh/m²/año a 26.7 USD/m²/año o 201kWh/m²/año, lo que para poder mostrarlo de forma más simplificada se hablaría de 88090.42 USD/año a 66.067.82 USD/año con un ahorro de 22022.60 USD/año, y mejorando de esta manera el cumplimiento de la normativa de eficiencia energética ASHRAE 90.1.

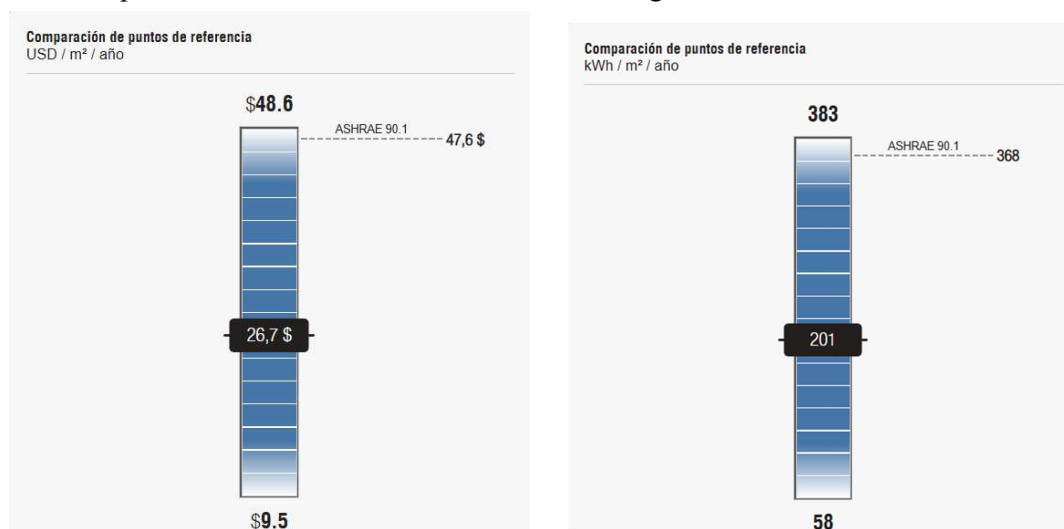


Ilustración 106: Resultados de las estrategias implementadas.

Fuente: Elaboración propia

Los resultados obtenidos del ahorro energético y costo a largo plazo que puede significar aplicar estas estrategias serán debidamente comunicadas a coordinación según el flujo de trabajo entregado el cual sería protocolo de comunicaciones interdisciplinarias, también se enviará el entregable que corresponde al informe del análisis de la eficiencia energética según lo indica la recomendación del líder de sostenibilidad, para la toma de decisiones respectiva en gerencia.

Capítulo 6: Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones Líder MEP

BIM logra ser una metodología que permite planificar de forma detallada el proceso constructivo lo que ayuda para reducir tiempos y costos de ejecución, y hay que agregar que, al tener considerado la interacción entre los elementos de cada disciplina, se evita los conflictos en la etapa constructiva que de haberlos ocasionaría un mayor tiempo y costo por el uso de recursos.

En caso de la disciplina MEP, al no tener información previa de donde partir y llevar a cabo el desarrollo del modelo, se puede observar cual sería la mejor opción de diseño para anticiparse a cualquier conflicto que pudiese existir con las otras disciplinas, y aun así cuando las hay según lo establezca el detector de colisiones, se puede realizar la corrección pertinente.

La metodología funciona gracias a la comunicación efectiva entre cada una de las áreas según sea pertinente, al igual que el compartir la información de manera organizada y estructurada. Por lo que llega a ser de vital importancia que las comunicaciones y el flujo de la información sea detallado y establecido en un inicio del proyecto, como en el documento BEP.

Los protocolos y flujos que se establecen para desarrollar el trabajo resultan vitales para la organización y evita ambigüedades que pudiesen tener los profesionales, teniendo en consideración que nada se da por entendido y toda la información debe ser explícita.

Los modelos MEP al llegar a cierto nivel de detalle se puede obtener con precisión la cantidad de materiales que se utilizará, lo que se interpreta también en un control detallado de los costos junto con el apoyo de las herramientas informáticas.

Conclusiones Líder de sostenibilidad

Es necesario para este trabajo mencionar y concluir que si bien es posible aplicar la 6ta dimensión de sostenibilidad del BIM a un proyecto con un diseño ya consolidado, puede resultar mucho más costoso realizar grandes cambios en el diseño, debido a los tiempos previstos de planificación, por lo que es recomendable diseñar a la par de la aplicación de la dimensión de sostenibilidad BIM.

Con el uso de la herramienta Climate Consultant se analizaron los datos obtenidos de una estación meteorológica cercana al sector donde se implanta el proyecto, estableciendo el clima de la zona en la que desarrollará. Los datos fueron requeridos en diferentes análisis llevados a cabo. Lo que tendría bastante relevancia para la obtención de cada análisis y la confiabilidad de los datos.

El conocimiento de las condiciones climáticas es de suma importancia para la planificación ideal de un proyecto que tenga objetivos de sostenibilidad ya que puede aprovechar los elementos del medio ambiente para establecer estrategias que permitan el desarrollo adecuado de las actividades dentro de este proyecto.

Se propuso estrategias de diseño de control pasivo de iluminación natural tales como:

- Colocación de ventanas para permitir el paso de luz natural.
- Ubicar celosías o pérgolas para obstaculizar y controlar el paso de radiación solar.

Con los que se logró inspeccionar la cantidad de luz que ingresa en los espacios arquitectónicos en el rango de control lumínico que se requiere para realizar las actividades planificadas para estas áreas.

Se determinó que un análisis del asoleamiento previo al diseño y construcción de un objeto arquitectónico es vital para alcanzar los diferentes rangos de confort necesarios en el desarrollo de las actividades específicas en función del edificio, tales como confort lumínico y confort de sensación térmica en el usuario.

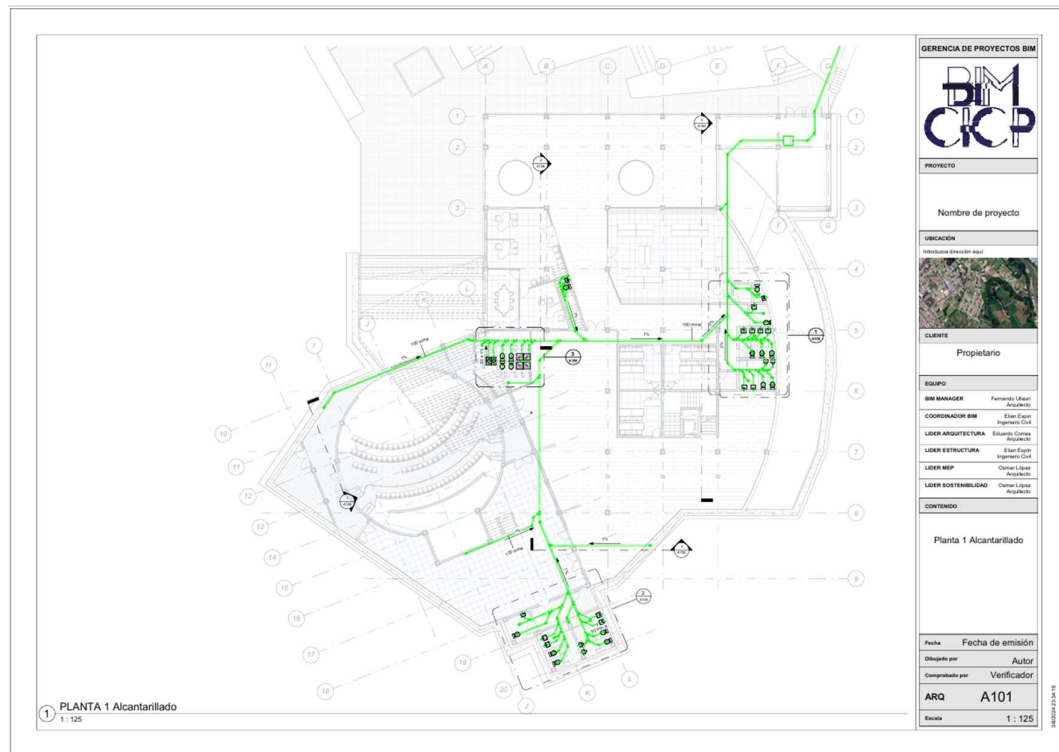
Se establecieron estrategias de eficiencia energética partiendo de un modelo conceptual que contiene los datos de los materiales del edificio que permite simular un consumo energético y que la aplicación del software pertinente BIM en este modelo puede significar el ahorro de costes de consumo energético anual a lo largo del tiempo, lo que puede resultar beneficioso a la inversión inicial.

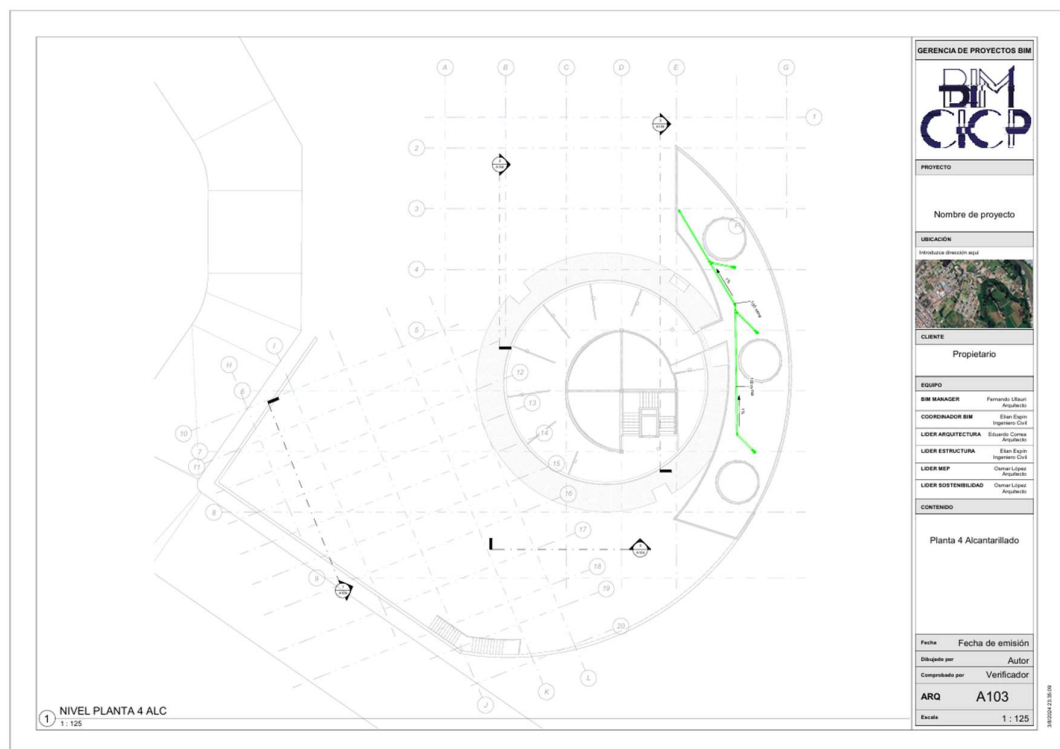
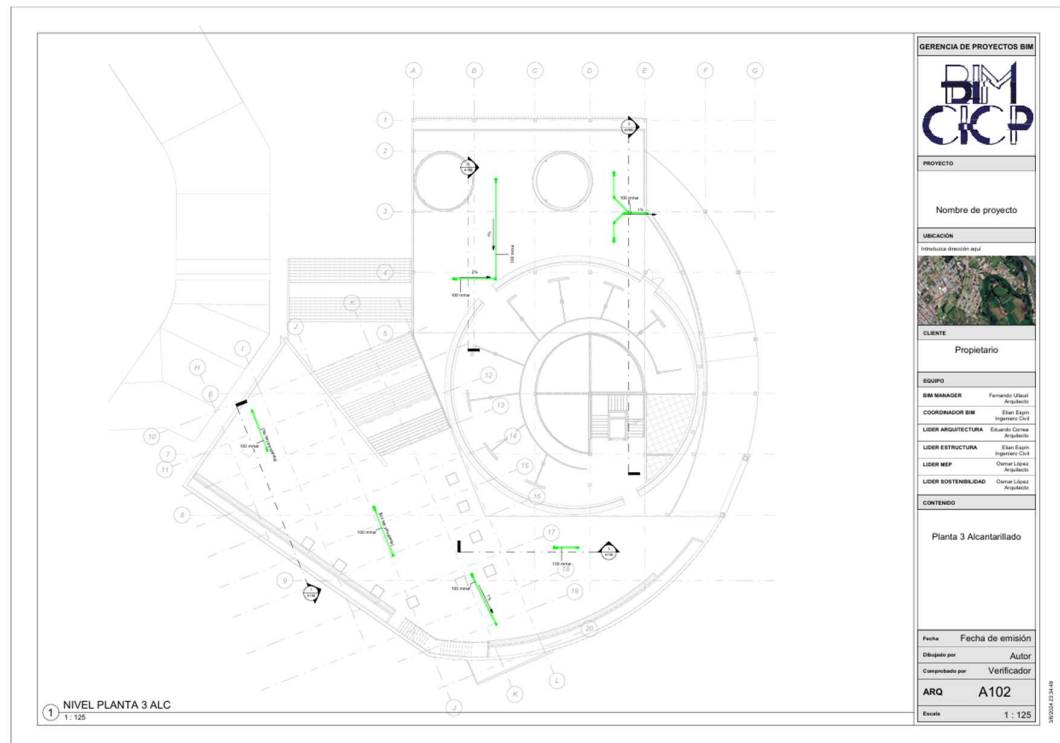
Bibliografía

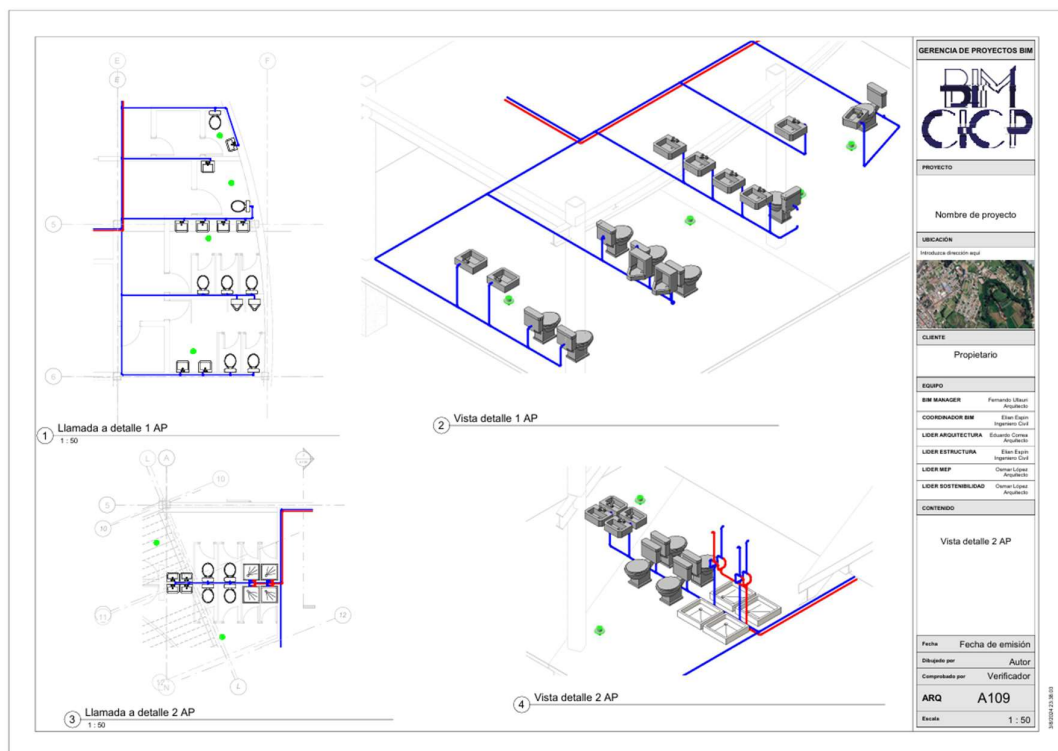
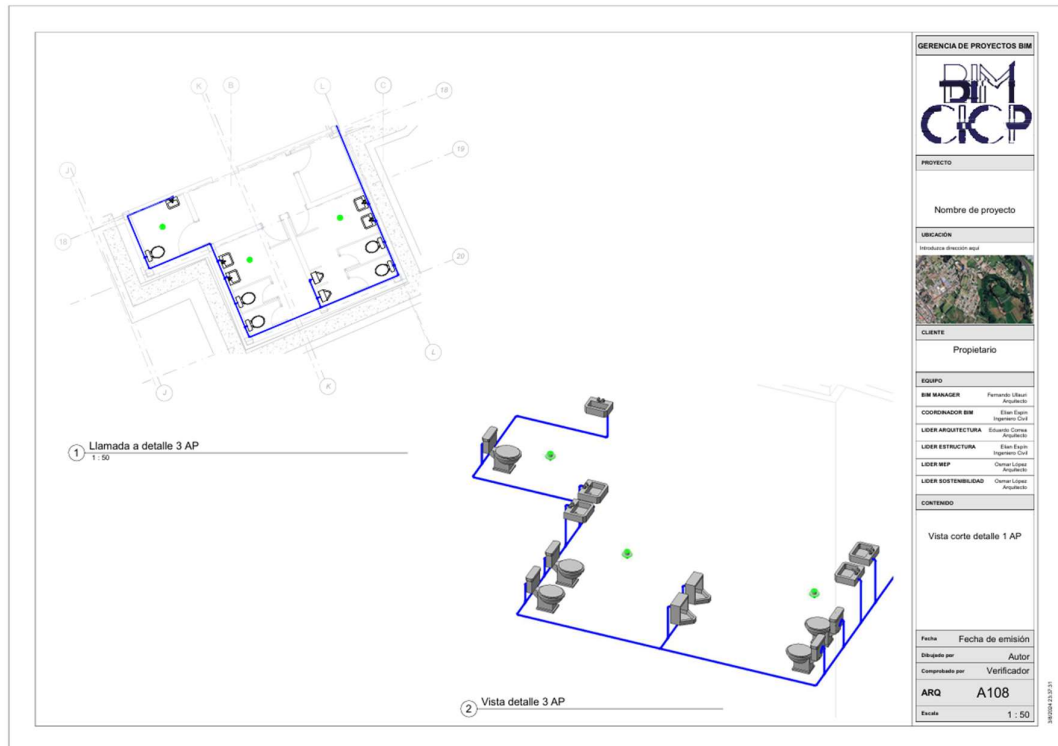
- Ahmad Latiffi, A., Brahim, J., Mohd, S., & Syazli Fathi, M. (2015). Building Information Modeling (BIM): Exploring Level of Development (LOD) in Construction Projects. *Applied Mechanics and Materials*, 933-937. Recuperado el 28 de Julio de 2024, de <https://main.scientific.net/book/international-integrated-engineering-summit-2014/978-3-03826-944-1/ebook>
- Choclán, F., Sánchez, H., & Sole, M. (2020). *Dialnet*. Obtenido de Spanish Journal of BIM: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6756238>
- Dueñas, D. (Ctubre de 2023). *UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK*. Recuperado el 28 de Julio de 2024, de <https://repositorio.uisek.edu.ec/handle/123456789/5163>
- EDITECA. (2024). Las 7 dimensiones BIM: ¿Cuáles son y para qué sirven? *EDITECA*, 2,3. Recuperado el 27 de Julio de 2024, de <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. Recuperado el 28 de Julio de 2024, de www.efcanet.org
- González, W., & Lesmes, C. (02 de Enero de 2019). Siete dimensiones de un proyecto de construcción con la metodología Building Information Modeling. *L'esprit Ingenieur*, 08. Recuperado el 27 de Julio de 2024, de <http://revistas.ustatunja.edu.co/index.php/lingenieur/article/view/1659>
- Ibañez, Á., & Herrera, D. (01 de Febrero de 2022). *UNIVERSIDAD SANTO TOMAS*. Obtenido de Guía de implementación BIM enfocada en la dimension 6D: <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/42882>
- Prado, G. (Octubre de 2018). *PUCP*. Recuperado el 27 de Julio de 2024, de <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/13009>
- Preidel, C., Borrmann, A., Mattern, H., Konig, M., & Eric, S. (Septiembre de 2018). *Researchgate.net*. Recuperado el Julio de 2024, de CommonData Environment: https://www.researchgate.net/publication/327760132_Common_Data_Environment
- Rio, C. d. (2018). *Universidad Carlos de madrid*. Recuperado el 28 de Julio de 2024, de <https://e-archivo.uc3m.es/entities/publication/925b386e-d064-43c8-a0c0-b4de7ab074ed>
- Rodriguez, K. (2024). *UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK*. Recuperado el 28 de Julio de 2024, de <https://repositorio.uisek.edu.ec/handle/123456789/5229>

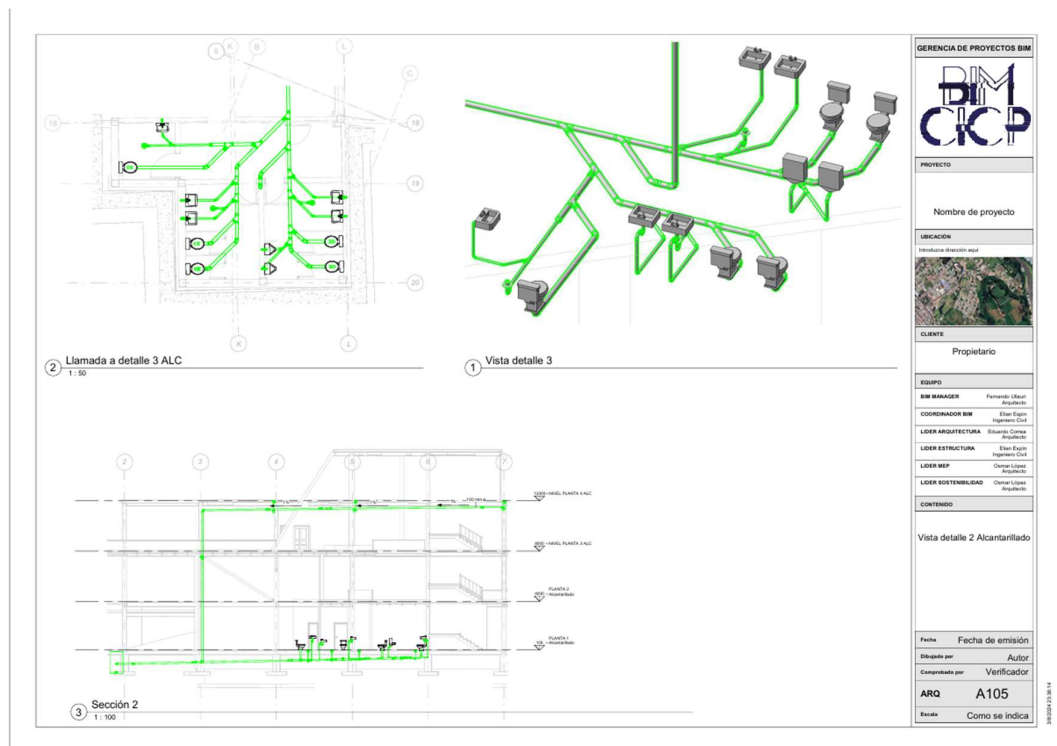
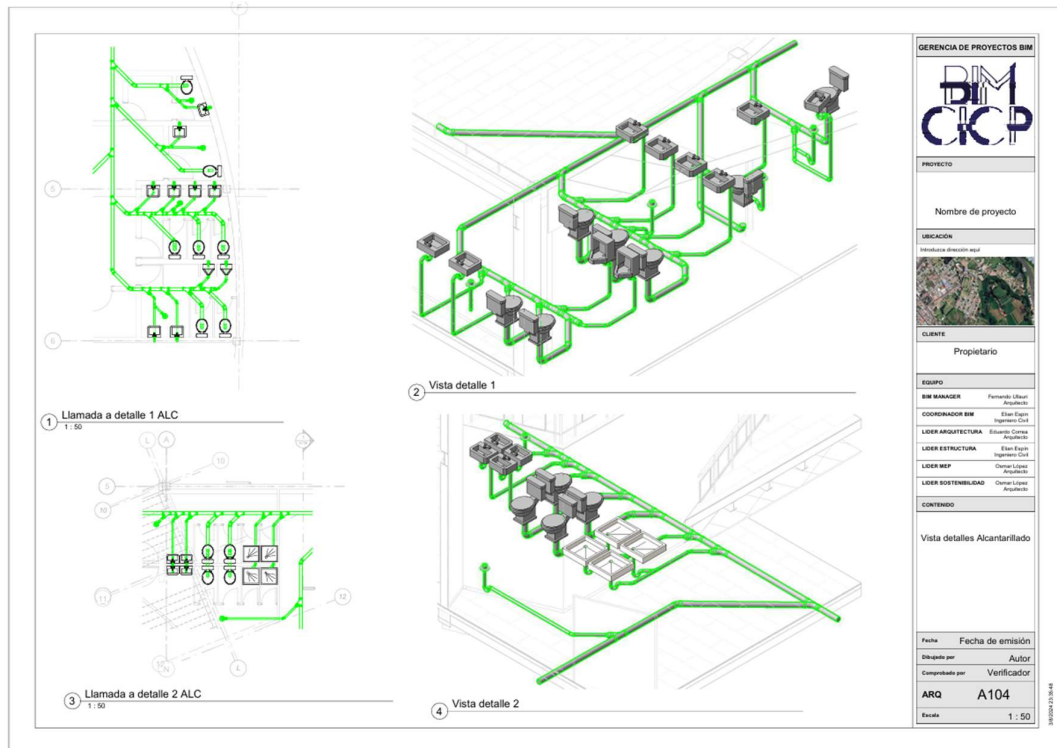
ANEXOS

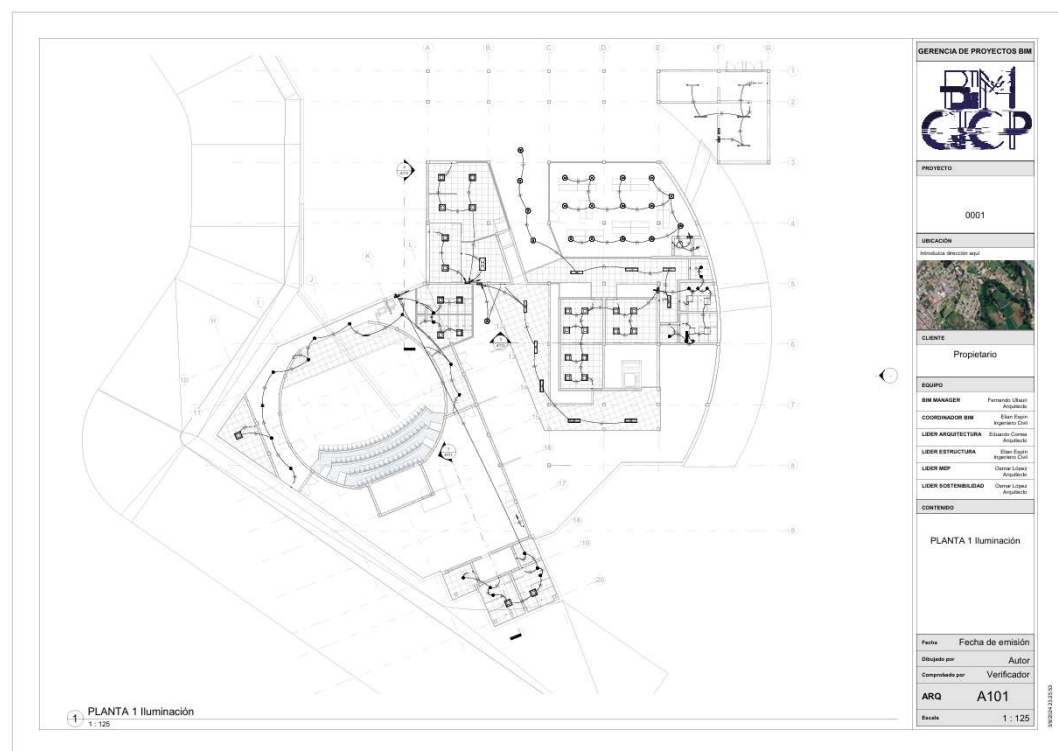
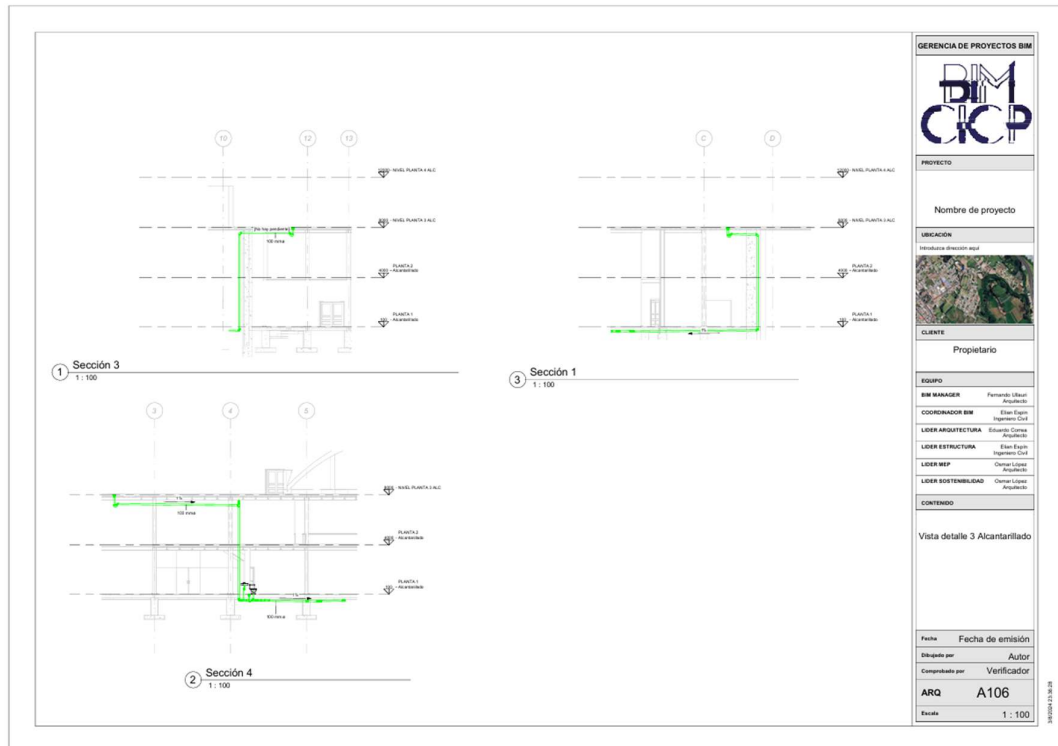
Anexo A: Planos MEP

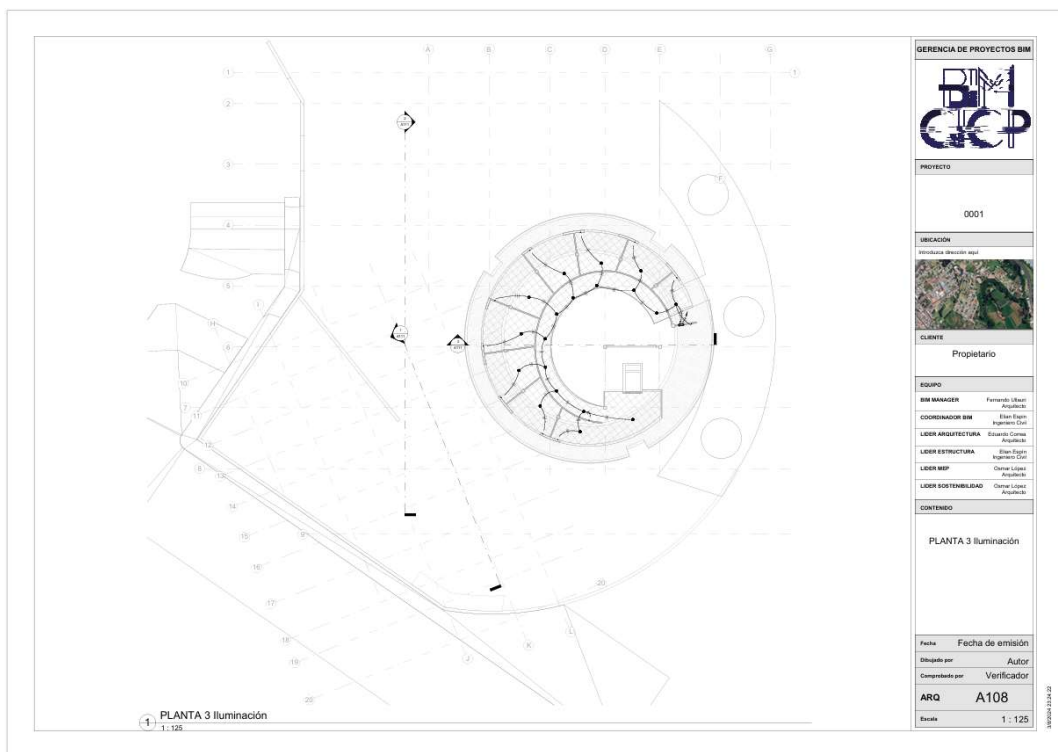
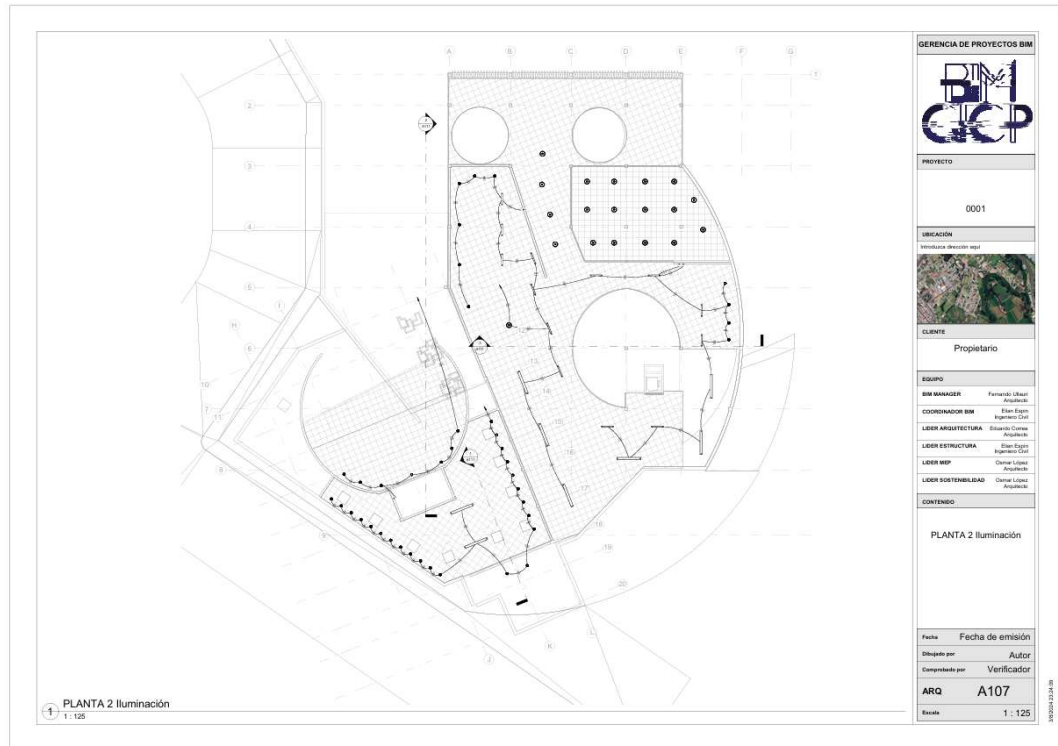


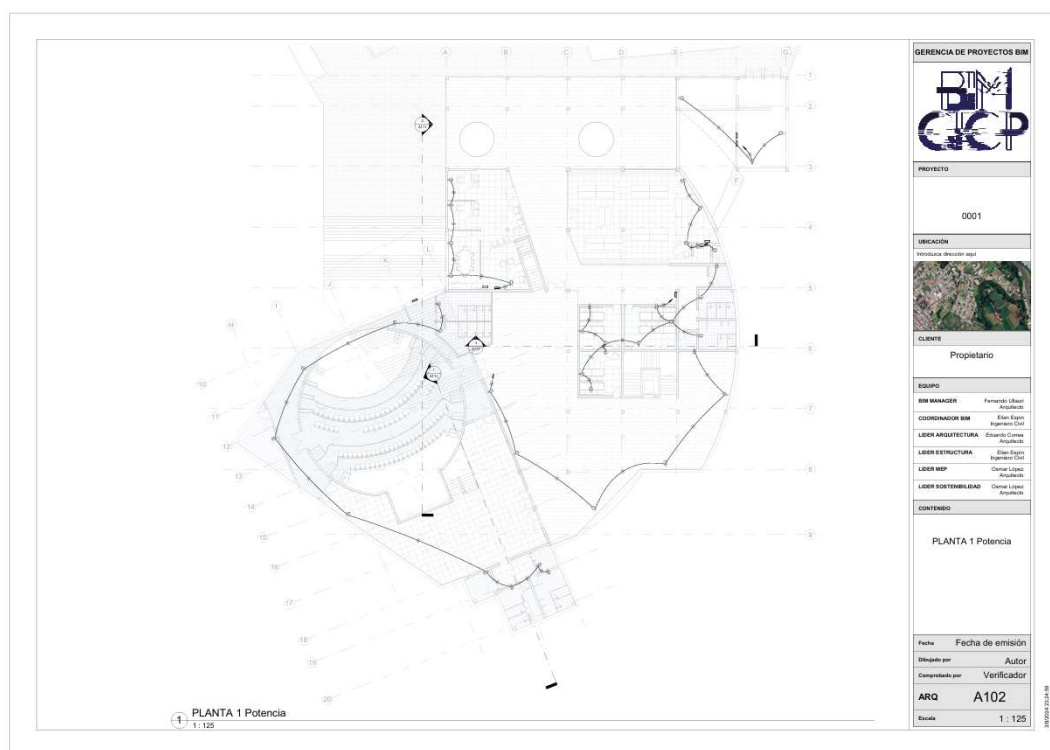
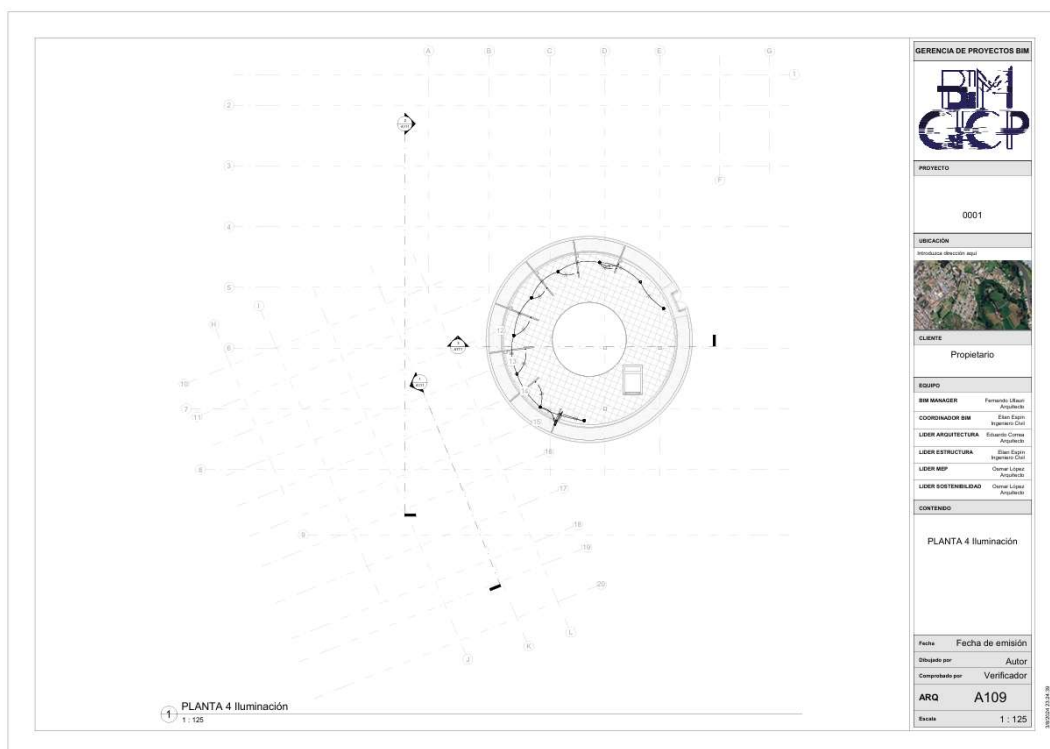


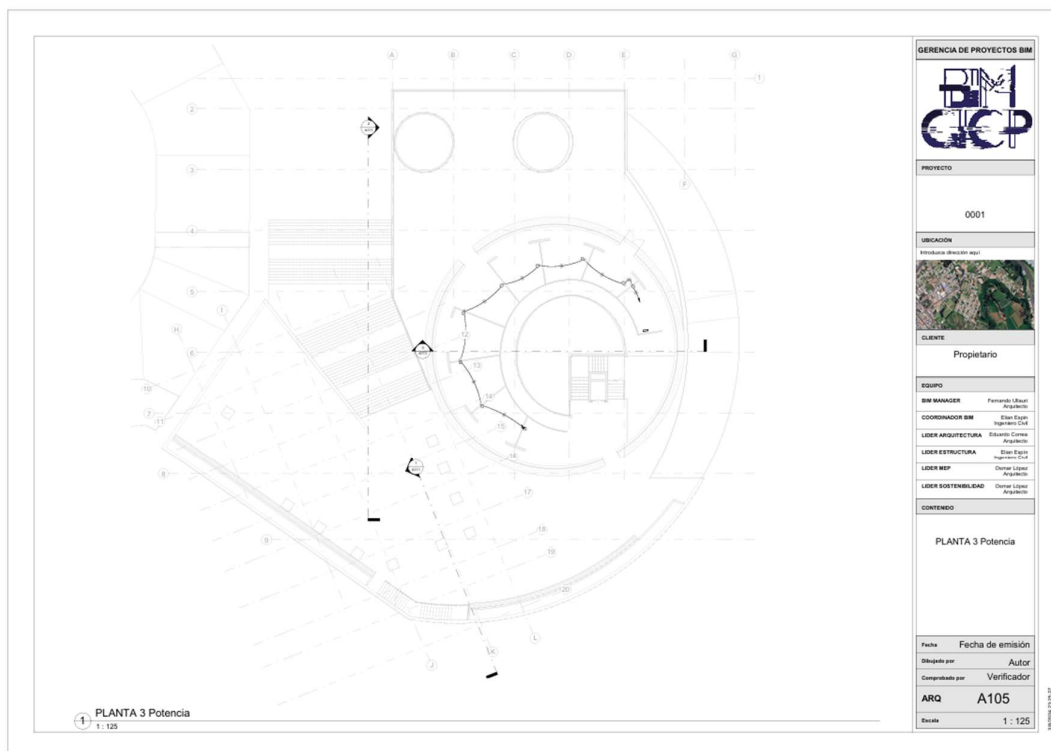


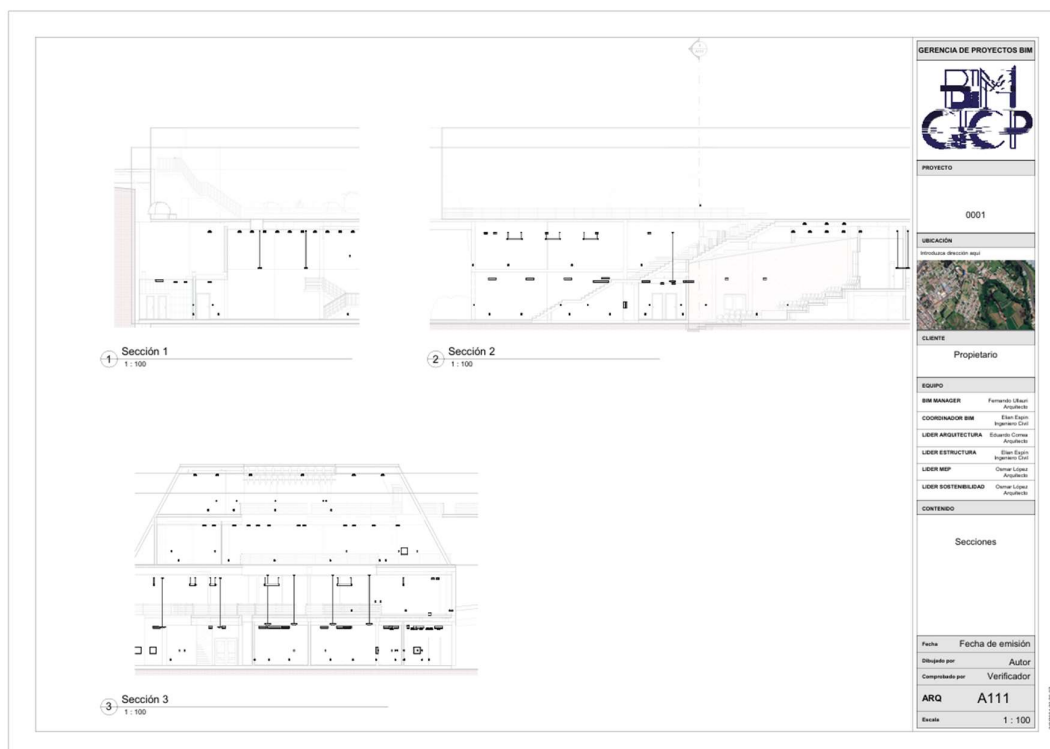
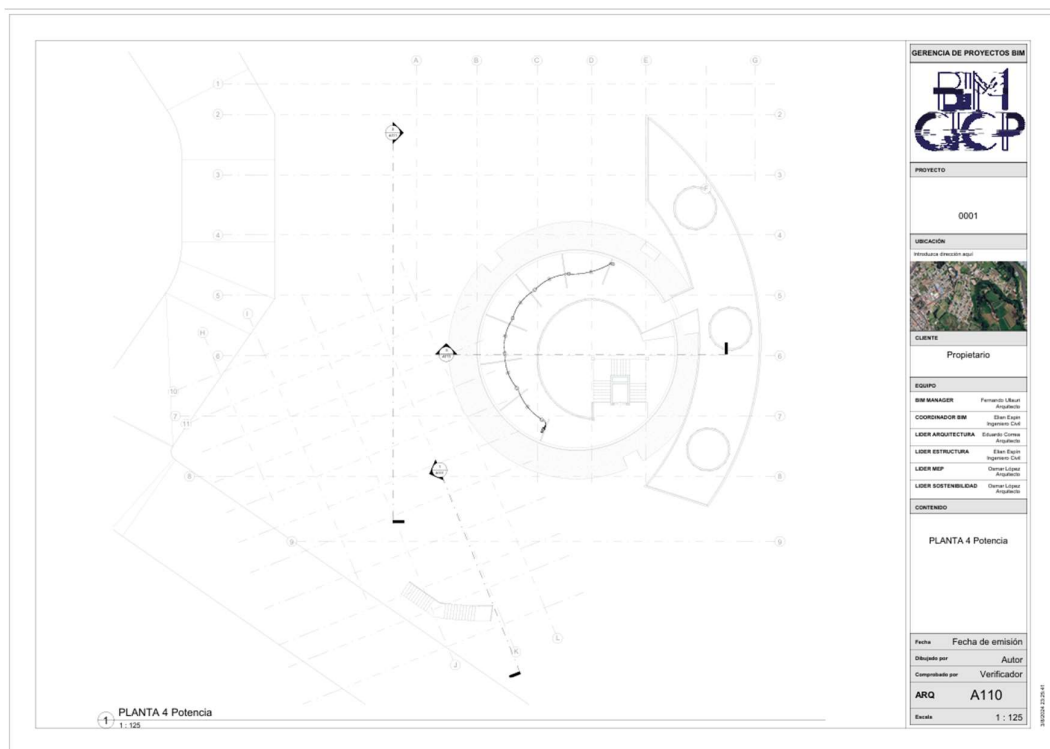












Anexo B: Presupuesto MEP

CUADRO DE PRECIOS UNITARIOS

Nombre de proyecto

CÓDIGO	CANTIDAD UD.	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
12.1	u	M. Calentador de agua - Sin depósito - 2.3 L 2.3 L			
MAQ001	1.789	Herramienta menor (5% M.O.)	1.00	1.79	
MAO026	2.000 x3.2	PEÓN E. O. E2	3.58	22.91	
MAO027	1.000 x3.2	PLOMERO E.O. D2	3.62	11.58	
MAO028	0.100 x3.2	MAESTRO MAYOR E.O. C1	4.01	1.28	
MAT336	0.500 u	TEFLÓN PLÁSTICO	0.26	0.13	
MAT337	2.000 u	MANGUERA FLEXIBLE 16"PARA CALEFÓN SIN ACABADO	6.49	12.98	
MAT338	1.000 u	CALEFÓN A GAS 16 LITROS	572.00	572.00	
COSTE UNITARIO TOTAL					622.67
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEISCIENTOS VEINTIDÓS US DOLLAR con SESENTA Y SIETE CÉNTIMOS					
12.2	u	Medidor de abastos fría - 15 mm 15 mm			
				Sin descomposición	
COSTE UNITARIO TOTAL					0.00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CERO US DOLLAR					
12.27	m	Tiempo de tubería - PVC - DWV Agua caliente sanitaria			
MAQ001	0.076	Herramienta menor (5% M.O.)	1.00	0.08	
MAO026	1.000 x0.2	PEÓN E. O. E2	3.58	0.72	
MAO027	1.000 x0.2	PLOMERO E.O. D2	3.62	0.72	
MAO028	0.100 x0.2	MAESTRO MAYOR E.O. C1	4.01	0.08	
MAT336	0.300 u	TEFLÓN PLÁSTICO	0.26	0.08	
MAT408	0.100 u	CODO PVC CALIENTE 1/2"	0.90	0.09	
MAT343	0.330 u	TEE PVC CALIENTE 1/2 "	0.50	0.17	
MAT344	0.330 u	UNIÓN PVC ROSCABLE CALIENTE 1/2 "	1.07	0.35	
MAT345	1.050 m	TUBO PVC ROSCABLE 1/2 " CALIENTE 420 PSI	1.35	1.42	
COSTE UNITARIO TOTAL					3.71
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES US DOLLAR con SETENTA Y UN CÉNTIMOS					
12.29	m	Tiempo de tubería - PVC - DWV Agua fría sanitaria			
MAQ001	0.076	Herramienta menor (5% M.O.)	1.00	0.08	
MAO026	1.000 x0.2	PEÓN E. O. E2	3.58	0.72	
MAO027	1.000 x0.2	PLOMERO E.O. D2	3.62	0.72	
MAO028	0.100 x0.2	MAESTRO MAYOR E.O. C1	4.01	0.08	
MAT369	0.100 u	CODO PVC ROSCABLE 1/2 " X 90 °	0.27	0.03	
MAT336	0.300 u	TEFLÓN PLÁSTICO	0.26	0.08	
MAT368	0.330 u	UNIÓN PVC ROSCABLE 1/2 "	0.29	0.10	
MAT370	0.100 u	TEE PVC 1/2 "	1.56	0.16	
MAT371	1.050 m	TUBO PVC ROSCABLE 1/2 " 420 PSI	1.26	1.32	
COSTE UNITARIO TOTAL					3.29
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES US DOLLAR con VEINTINUEVE CÉNTIMOS					
12.33	u	Caja de revisión Caja de revisión			
MAQ001	0.950	Herramienta menor (5% M.O.)	1.00	0.95	
MAO023	0.020 x2.5	Concretera 1 saco	5.00	0.25	
MAO026	1.000 x2.5	PEÓN E. O. E2	3.58	8.95	
MAO034	1.000 x2.5	ALBAÑIL E. O. D2	3.62	9.05	
MAO028	0.100 x2.5	MAESTRO MAYOR E.O. C1	4.01	1.00	
MAT001	0.050 m3	AGUA	0.74	0.04	
MAT002	0.020 m3	ARENA	14.50	0.29	
MAT004	0.210 saco	CEMENTO PORTLAND	8.22	1.73	
MAT421	0.040 m3	*AUX HORMIGÓN SIMPLE f'c= 210kg/cm	82.65	3.31	
MAT422	7.000 kg	ACERO DE REFUERZO FY =4200 Kg/cm2 8-12MM	0.91	6.37	
MAT423	10.850 kg	ÁNGULO 25X25X4 MM X 6M. PESO= 8,67 Kg	1.14	12.37	
MAT424	90.000 u	LADRILLO MAMBRO DIM 13X07X29 cm	0.34	30.60	
COSTE UNITARIO TOTAL					74.91
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SETENTA Y CUATRO US DOLLAR con NOVENTA Y UN CÉNTIMOS					
12.39	m	Tiempo de tubería - PVC - DWV Sanitarias			
MAQ001	0.138	Herramienta menor (5% M.O.)	1.00	0.14	
MAO026	1.000 x0.364	PEÓN E. O. E2	3.58	1.30	
MAO027	1.000 x0.364	PLOMERO E.O. D2	3.62	1.32	
MAO028	0.100 x0.364	MAESTRO MAYOR E.O. C1	4.01	0.15	
MAT435	0.040 u	CODO DESAGÜE PVC INY 110 MM X 90- EC	4.08	0.16	
MAT436	0.040 u	TEE DESAGÜE PVC 110 MM	5.29	0.21	
MAT416	0.010 gal	POLILIMPIA	31.98	0.32	
MAT417	0.010 gal	POLIPEGA	52.90	0.53	
MAT437	0.330 u	UNIÓN DESAGÜE PVC 110 MM	2.52	0.83	
MAT438	1.000 m	TUBO DESAGÜE PVC 110 MM	4.51	4.51	

CUADRO DE PRECIOS UNITARIOS

Nombre de proyecto

CÓDIGO	CANTIDAD UD.	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
COSTE UNITARIO TOTAL					9.47
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NUEVE US DOLLAR con CUARENTA Y SIETE CÉNTIMOS					
12.46	u	M. Desagüe de suelo - Redondo - Filtro 250 mm - Desagüe 100 mm Filtro 250 mm - Desagüe 100 mm			
MAQ001	0.076	Herramienta menor (5% M.O.)	1.00	0.08	
MAQ026	1.000 x0.2	PEÓN E. O. E2	3.58	0.72	
MAQ034	1.000 x0.2	ALBAÑIL E. O. D2	3.62	0.72	
MAQ028	0.100 x0.2	MAESTRO MAYOR E.O. C1	4.01	0.08	
MAT004	0.010 saco	CEMENTO PORTLAND	8.22	0.08	
MAT002	0.020 m3	ARENA	14.50	0.29	
MAT454	1.000 u	REJILLA DE PISO ALUMINIO 110 MM	14.50	14.50	
COSTE UNITARIO TOTAL					16.47
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECISÉIS US DOLLAR con CUARENTA Y SIETE CÉNTIMOS					
12.47	u	M. Desagüe de suelo - Redondo - Filtro 125 mm - Desagüe 50 mm Filtro 125 mm - Desagüe 50 mm			
MAQ001	0.076	Herramienta menor (5% M.O.)	1.00	0.08	
MAQ026	1.000 x0.2	PEÓN E. O. E2	3.58	0.72	
MAQ034	1.000 x0.2	ALBAÑIL E. O. D2	3.62	0.72	
MAQ028	0.100 x0.2	MAESTRO MAYOR E.O. C1	4.01	0.08	
MAT455	5.150 Kg	CEMENTO PORTLAND GRIS	0.15	0.77	
MAT002	0.010 m3	ARENA	14.50	0.15	
MAT456	1.000 u	REJILLA DE PISO ALUMINIO 110 MM	4.14	4.14	
COSTE UNITARIO TOTAL					6.66
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEIS US DOLLAR con SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS					
12.51	u	M. Sanitario - Cisterna2 - Privado - 6,1 Lpf Privado - 6,1 Lpf			
MAQ001	1.152	Herramienta menor (5% M.O.)	1.00	1.15	
MAQ026	1.000 x3.0303	PEÓN E. O. E2	3.58	10.85	
MAQ027	1.000 x3.0303	PLOMERO E.O. D2	3.62	10.97	
MAQ028	0.100 x3.0303	MAESTRO MAYOR E.O. C1	4.01	1.22	
MAT459	1.000 u	ANILLO DE CERA	2.96	2.96	
MAT460	1.000 u	MANGUERA FLEXIBLE 12" CONEXIÓN LLAVE ANGULAR(INODORO)	4.03	4.03	
MAT461	1.000 u	LLAVE ANGULAR METÁLICA PARA MANGUERA FLEXIBLE (117MM)	6.95	6.95	
MAT462	1.000 u	INODORO LÍNEA ECONÓMICA	87.93	87.93	
COSTE UNITARIO TOTAL					126.06
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO VEINTISÉIS US DOLLAR con SEIS CÉNTIMOS					
12.55	u	M. Lavabo - Montado en muro - 485 mm x 355 mm - Privado 485 mm x 355 mm - Privado			
MAQ001	0.886	Herramienta menor (5% M.O.)	1.00	0.89	
MAQ026	1.000 x2.33	PEÓN E. O. E2	3.58	8.34	
MAQ027	1.000 x2.33	PLOMERO E.O. D2	3.62	8.43	
MAQ028	0.100 x2.33	MAESTRO MAYOR E.O. C1	4.01	0.93	
MAT465	0.100 tbo	SILICÓN	3.59	0.36	
MAT466	1.000 u	SET DE PERNOS PARA INSTALACIÓN	1.21	1.21	
MAT467	1.000 u	UÑETAS DE ANCLAJE	2.32	2.32	
MAT468	1.000 u	MANGUERA FLEXIBLE 12" CONEXIÓN A LLAVE ANGULAR(LAVAMANOS)	4.45	4.45	
MAT469	1.000 u	SIFÓN 1"- 1/2"	4.65	4.65	
MAT461	1.000 u	LLAVE ANGULAR METÁLICA PARA MANGUERA FLEXIBLE (117MM)	6.95	6.95	
MAT471	1.000 u	LAVABO BLANCO BLANCO PARA EMPOTRAR	43.18	43.18	
COSTE UNITARIO TOTAL					81.71
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHENTA Y UN US DOLLAR con SETENTA Y UN CÉNTIMOS					
12.58	u	M. Urinario - De pared - Válvula de descarga 20 mm Válvula de descarga 20 mm			
MAQ001	1.152	Herramienta menor (5% M.O.)	1.00	1.15	
MAQ026	1.000 x3.0303	PEÓN E. O. E2	3.58	10.85	
MAQ027	1.000 x3.0303	PLOMERO E.O. D2	3.62	10.97	
MAQ028	0.100 x3.0303	MAESTRO MAYOR E.O. C1	4.01	1.22	
MAT465	0.200 tbo	SILICÓN	3.59	0.72	
MAT476	1.000 u	SET DE PERNOS PARA INSTALACIÓN	1.21	1.21	
MAT467	1.000 u	UÑETAS DE ANCLAJE	2.32	2.32	
MAT477	1.000 u	LLAVE AUTOMÁTICA ECOMATIC PARA URINARIO CONEXIÓN 1/2	50.41	50.41	
MAT478	1.000 u	URINARIO LÍNEA ECONÓMICA	54.83	54.83	
COSTE UNITARIO TOTAL					133.68
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO TREINTA Y TRES US DOLLAR con SESENTA Y OCHO CÉNTIMOS					
12.59	u	Cubeta de ducha - Desagüe en ángulo2 - 700 x 700 mm 700 x 700 mm			
MAQ001	0.570	Herramienta menor (5% M.O.)	1.00	0.57	

CUADRO DE PRECIOS UNITARIOS

Nombre de proyecto

CÓDIGO	CANTIDAD UD.	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
MA0026	1.000 x1.5	PEÓN E. O. E2	3.58	5.37	
MA0027	1.000 x1.5	PLOMERO E.O. D2	3.62	5.43	
MA0028	0.100 x1.5	MAESTRO MAYOR E.O. C1	4.01	0.60	
MAT336	0.500 u	TEFLÓN PLÁSTICO	0.26	0.13	
MAT479	1.000 u	JUEGO DUCHA+MEZCLADORA LÍNEA ECONÓMICA	77.98	77.98	

COSTE UNITARIO TOTAL 90.08

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NOVENTA US DOLLAR con OCHO CÉNTIMOS