



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

ROL: LIDER DE SOSTENIBILIDAD BIM

Centro Intercultural Modular

Sabina Balarezo Fernández

Quito, Julio, 2023

DECLARACIÓN JURAMENTADA

Yo, Sabina Balarezo Fernandez, con cédula de identidad # 170599950-4, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado a calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

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

.

Quito, Octubre, 2023

Sabina Balarezo Fernández

Correo electrónico: sabbalarezo@yahoo.com

DECLARATORIA

El presente trabajo de investigación titulado:

**“GESTIÓN BIM DEL CENTRO CULTURAL MODULAR
ROL: LIDER DE SOSTENIBILIDAD”**

Realizado por:

SABINA BALAREZO FERNANDEZ

como Requisito para la Obtención del Título de:

MAGISTER EN GERENCIA DE PROYECTOS BIM

ha sido dirigido por el profesor

ING. LUIS SORIA

quien considera que constituye un trabajo original de su autor

FIRMA



**“GESTIÓN BIM DEL CENTRO CULTURAL MODULAR
ROL: LIDER DE SOSTENIBILIDAD”**

Por

Sabina Balarezo Fernández

Octubre 2023

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 SE

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mis tres preciosos y a la mujer que soy hoy, porque en la vida hay que saber trazarse sueños e ir tras ellos, pensamiento a pensamiento, paso a paso, no importa que tan alta parezca la cumbre.
Este es mi Cotopaxi, mis Ilinizas, mi Altar.

Agradecimiento

Un agradecimiento profundo a mi esposo, mis hijos y mis padres por entender mis
ganas de ser parte integrante de este mundo laborar actual.

A mis compañeros de grupo por que detrás de los profesionales hay seres con alta
humanidad.

Resumen

El presente estudio despliega la metodología BIM dentro del desarrollo arquitectónico de un proyecto académico de uso mixto: cultural y comercial. Proyecto propuesto con una visión ecológica planteado a base de la reutilización de contenedores marítimos.

La primera parte del estudio, realizada en grupo de trabajo, abarca todos los procesos de la metodología, la segunda parte, realizada individualmente, se concentra en el desarrollo del rol como Líder de Sostenibilidad para este proyecto.

Palabras clave: metodología BIM, sostenibilidad, contenedores.

Abstract

This study deploys the BIM methodology within the architectural development of a mixed-use academic project: cultural and commercial. The proposed project has an ecological vision based on the reuse of maritime containers.

The first part of the study, carried out in group work, covers all the processes of the methodology, the second part, carried out individually, concentrates on the development of the role of Sustainability Leader for this project.

Keywords: metodología Bim, containers, sustainability

Índice de Contenidos

INDICE DE CONTENIDOS	10
LISTA DE TABLAS	14
LISTA DE FIGURAS	14
CAPÍTULO 1: OBJETIVOS ACADEMICOS	17
1.1.- INTRODUCCIÓN	17
1.2.- OBJETIVOS GENERALES DEL TRABAJO ACADÉMICO	17
1.3.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL TRABAJO ACADÉMICO	17
CAPÍTULO 2: DESCRIPCION DELPROYECTO	18
2.1.- INTRODUCCIÓN	18
2.2.- ROLES BIM	21
1.1.1 BIM Manager:.....	21
1.1.2 BIM Coordinator:	21
1.1.3 Líder Arquitectura:.....	22
1.1.4 Líder MEP:.....	22
1.1.5 Líder de sostenibilidad:	22
2.3.- DESARROLLO DEL PROYECTO: CENTRO INTERCULTURAL MODULAR.....	22
2.3.1.- Premisas	22
2.3.2.- Antecedentes	24
2.4.- PROGRAMA ARQUITECTÓNICO DEL PROYECTO	27
2.4.1.- Modelo Base	28
2.4.2.- Modelo Sostenible	32
2.5.- OBJETIVO GENERAL	35
2.6.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS	35

CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA BIM	36
3.1.- QUÉ ES BIM:	36
3.2.-FUNCIONAMIENTO DEL BIM	37
3.2.1.- Entorno Comun de datos (ECD)	37
3.3.- NIVELES O FASES BIM	39
3.3.1.- Nivel 0 BIM	39
3.3.2.- Nivel 1 BIM	40
3.3.3.- Nivel 2 BIM	40
3.3.4.-Nivel 3 BIM	40
3.4.- NIVELES DE DESARROLLO LOD	41
3.4.1.- LOD 100 - Conceptual	41
3.4.2.- LOD 200 - Geometría	41
3.4.3.- LOD 300 - Construcción	42
3.4.4.- LOD 350 - Coordinación y colisiones	43
3.4.5.- LOD 400 - Fabricación.....	43
3.4.6.- LOD 500 - As Built	44
3.4.7.- LOD 600 - Reciclaje	45
3.5.- MARCO TEÓRICO METODOLOGÍA BIM, NORMA ISO 19650	45
3.5.1.- Definición. –.....	45
3.5.2.- ¿Cuál es el objetivo de la norma ISO 19650?.....	47
3.5.3.- ¿Cuáles son las ventajas de la norma ISO 19650?.....	48
3.5.4.- Fundamentos de la Norma ISO 19650.....	49
3.6.- IMPORTANCIA DE LA METODOLOGÍA BIM EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN.	53
3.7.- IMPORTANCIA DE LA IMPLEMENTACIÓN BIM EN EL PROYECTO CIM	55
CAPÍTULO 4: EIR – REQUERIMIENTOS DE INFORMACIÓN DEL EMPLEADOR	56
4.1.- INTRODUCCIÓN	56
4.2.- EIR PARA EL CENTRO INTERCULTURAL MODULAR	59

CAPÍTULO 5: BEP -PLAN DE EJECUCION BIM.....	61
5.1.- INTRODUCCIÓN	61
5.1.- PLAN DE EJECUCIÓN BIM DEL CENTRO INTERCULTURAL MODULAR	63
CAPÍTULO 6: LIDER DE SOSTENIBILIDAD.....	64
6.1- DESCRIPCIÓN DEL ROL	64
6.2- OBJETIVOS DEL LÍDER DEL EQUIPO DE SOSTENIBILIDAD	65
6.3- RESPONSABILIDADES DEL LÍDER DEL EQUIPO DE SOSTENIBILIDAD.....	65
6.4- FLUJO DE TRABAJO.....	66
6.4.1- Transmisión de la información	66
6.4.1- Flujo Inicial de trabajo	67
6.4.2- Flujo Final de trabajo.....	69
6.5- PROCESOS COLABORATIVOS	72
6.5.3- Gestión del Entorno Común de Datos ECD.....	72
6.6- ENTREGABLES	76
6.6.1.- Entregables del MODELO BASE	76
6.6.2.- Entregables del MODELO SOSTENIBLE	77
6.7- DESARROLLO DEL ROL	77
6.7.1- Estudios Fase Inicial.....	77
6.7.1.1- Análisis Climático	78
6.7.1.2.- Diagramas de trayectoria solar	82
6.7.1.3.- Estudio del Asoleamiento	85
6.7.4.- Estudio de Sensación Térmica.....	88
6.7.1.5.- Resultados de Estudios Fase Inicial	95
6.7.2.- Estudio del MODELO BASE.....	96
6.7.2.1.- Estudio de Iluminación natural del MODELO BASE.....	97
6.7.2.2.- Estudio de Luminiscencia del MODELO BASE	100
6.7.2.3.- Resultados del MODELO BASE	105
6.7.3.- Estudios del MODELO SOSTENIBLE.....	105

6.7.3.1- Estrategias para creación del MODELO SOSTENIBLE	106
6.7.3.2.- Estudio de Asoleamiento del MODELO SOSTENIBLE.....	108
6.7.3.3.- Estudio de Iluminación Natural del MODELO SOSTENIBLE	109
6.7.3.4.- Estudio de Luminiscencia del MODELO SOSTENIBLE	111
6.7.3.5.- <i>Estudio de la eficiencia energética del MODELO SOSTENIBLE</i>	115
6.7.3.5.1.- Modificación de elementos comprensión de metodología BIM.....	118
6.7.3.6.- <i>Costos de Implementación del MODELO SOSTENIBLE</i>	122
6.7.3.7.- <i>Resultados del MODELO SOSTENIBLE</i>	123
CAPÍTULO 7: CONCLUSIONES DEL ROL	124
7.1.- BENEFICIOS BIM.....	124
7.2.- RIESGOS Y RECOMENDACIONES	124
7.3.- CONCLUSIONES	125
REFERENCIAS (APA).....	127
LISTA DE ANEXOS	130

Lista de Tablas

TABLA1.- DATOS PLUVIOMÉTRICOS MENSUALES, CALDERÓN.....	79
TABLA2.- ESCALA DE SENSACIÓN TÉRMICA.....	90
TABLA3.- ILUMINACION ESTABLECIMIENTOS EDUCATIVOS.....	98
TABLA4.- COSTOS MODELO SOSTENIBLE. FUENTE: AUTOR-PRESTO	123

Lista de Figuras

FIGURA1.- FLUJO INICIAL DE TRABAJO.....	68
FIGURA2.- FLUJO FINAL DE TRABAJO.....	70
FIGURA3.- TRANSMITAL PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE ZONAS VERDES.	74
FIGURA4.- INCIDENCIA SOBRE LOS MATERIALES.....	75
FIGURA5.- MAPA ISOTERMAS DEL ECUADOR.....	78
FIGURA6.- TEMPERATURAS PROMEDIO ANUALES POR DÍA	80
FIGURA7.- RANGO DE TEMPERATURAS PROMEDIO.....	80
FIGURA8.- RANGO DE TEMPERATURAS PROMEDIO MENSUALES POR DÍA.....	81
FIGURA9.- : DATOS ANUALES DE IRRADIACIÓN SOLAR, CALDERÓN.	81
FIGURA10.- DATOS ANUALES DE TEMPERATURAS MEDIAS, CALDERÓN.....	81
FIGURA11.- UBICACIÓN DEL PROYECTO EN LA ZONA DE CALDERÓN	82
FIGURA12.- TRAYECTORIA SOLAR EN IMPLANTACIÓN, DICIEMBRE 9H.....	84
FIGURA13.- TRAYECTORIA SOLAR EN IMPLANTACIÓN, DICIEMBRE 16H.....	84
FIGURA14.- ASOLEAMIENTO: 21 MARZO Y 21 DICIEMBRE 9H.	86

FIGURA15.- ASOLEAMIENTO: 21MARZO Y 21 DICIEMBRE, 12H.	86
FIGURA16.- ASOLEAMIENTO: 21 MARZO Y 21 DICIEMBRE 16H.	87
FIGURA17.- DIAGRAMA DE GIVONI	89
ÍNDICE PMV	91
FIGURA18.- PSICOMÉTRICO ISO 7730,	92
FIGURA19.- PSICOMÉTRICO MODIFICADO DE ANDREW MARSH - ISO 7730	93
FIGURA20.- PSICOMÉTRICO MODIFICADO DE ANDREW MARSH - ISO 7730	94
FIGURA21.- ANÁLISIS IMPLANTACIÓN CIM.	96
FIGURA22.- LUMINISCENCIA JUNIO21-16H.	99
FIGURA23.- LUMINISCENCIA JUNIO-21-16H	99
FIGURA24.- ASOLEAMIENTO BIBLIOTECA 21MARZO, JUNIO Y DICIEMBRE-9H. FUENTE: AUTOR.....	100
FIGURA25.- ASOLEAMIENTO BIBLIOTECA MARZO, JUNIO, DICIEMBRE -16H. FUENTE: AUTOR.....	100
FIGURA26.- ASOLEAMIENTO RESTAURANTE MARZO, JUNIO, DICIEMBRE 9H. FUENTE: AUTOR	101
FIGURA27.- ASOLEAMIENTO RESTAURANTE MARZO, JUNIO, DICIEMBRE -16H. FUENTE: AUTOR	101
FIGURA28.- : LUMINISCENCIA BIBLIOTECA JUNIO21-9H. FUENTE: AUTOR, REVIT	102
FIGURA29.- LUMINISCENCIA BIBLIOTECA JUNIO21-16H. FUENTE: AUTOR, REVIT	102
FIGURA30.- ASOLEAMIENTO RESTAURANTE JUNIO21-9H. FUENTE: AUTOR, LUMINISCENCIA	104
FIGURA31.- ASOLEAMIENTO RESTAURANTE JUNIO21-16H. FUENTE: AUTOR, LUMINISCENCIA	104
FIGURA32.- MATERIALIDAD, DATOS INGRESADOS EN ELEMENTOS DE REVIT. FUENTE: AUTOR.....	107
FIGURA33.- INCORPORACIÓN DE PÉRGOLA Y QUIEBRASOLES EN EL PROYECTO. FUENTE: AUTOR....	108
FIGURA34.- ASOLEAMIENTO MODELO SOSTENIBLE. MARZO, JUNIO, DICIEMBRE -9H.	108
FIGURA35.- ASOLEAMIENTO MODELO SOSTENIBLE. MARZO, JUNIO, DICIEMBRE -16H.	108

FIGURA36.- : ASOLEAMIENTO BIBLIOTECA. MARZO, JUNIO, DICIEMBRE -16H. FUENTE: AUTOR.....	109
FIGURA37.- ASOLEAMIENTO BIBLIOTECA. MARZO, JUNIO, DICIEMBRE -16H. FUENTE: AUTOR.....	110
FIGURA38.- ASOLEAMIENTO BIBLIOTECA MARZO, JUNIO, DICIEMBRE -16H. FUENTE: AUTOR.....	110
FIGURA39.- ASOLEAMIENTO RESTAURANTE. MARZO, JUNIO, DICIEMBRE -16H. FUENTE: AUTOR	111
FIGURA40.- LUMINISCENCIA CIM. MARZO Y DICIEMBRE -16H.	112
FIGURA41.- LUMINISCENCIA BIBLIOTECA. MARZO-16H. FUENTE: AUTOR-REVIT	113
FIGURA42.- ASOLEAMIENTO RESTAURANTE. DICIEMBRE -16H. FUENTE: AUTOR REVIT	114
FIGURA43.- ASOLEAMIENTO RESTAURANTE. DICIEMBRE -16H. FUENTE: AUTOR-REVIT	115
FIGURA44.- PROPIEDADES DE MATERIALES USADOS PARA CÁLCULO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA. ..	116
FIGURA45.- EFICIENCIA ENERGÉTICA MODELO BASE. FUENTE: AUTOR-REVIT	117
FIGURA46.- EFICIENCIA ENERGÉTICA MODELO SOSTENIBLE. FUENTE: AUTOR-REVIT	117
FIGURA47.- EFICIENCIA ENERGÉTICA MODELO SOSTENIBLE. PANELES FOTOVOLTAICOS.....	119
FIGURA48.- EFICIENCIA ENERGÉTICA MODELO SOSTENIBLE. FUENTE: AUTOR-REVIT	120
FIGURA49.- EFICIENCIA ENERGÉTICA MODELO SOSTENIBLE. FUENTE: AUTOR INSIGHT-REVIT	121
FIGURA50.- EFICIENCIA ENERGÉTICA MODELO SOSTENIBLE. FUENTE: AUTOR INSIGHT-REVIT	122

Capítulo 1: OBJETIVOS ACADEMICOS

1.1.- Introducción

Este trabajo de estudio desarrolla la metodología BIM aplicado a un proyecto arquitectónico. Este documento se compone de dos partes, la primera que corresponde al trabajo grupal sobre el contexto y aplicación de BIM para la parte académica y la segunda elaborada de manera individual sobre el desarrollo del Rol específico dentro de la metodología BIM.

1.2.- Objetivos generales del trabajo académico

Este trabajo académico tiene como objetivo poner en práctica, de la manera más apegada a la realidad, el desarrollo completo de la metodología BIM para nuestro futuro desarrollo profesional, según normas y estándares específicos de la misma.

1.3.- Objetivos Específicos del trabajo académico

- Elaborar volúmenes en 3D del Centro Intercultural Modular del modelo federado.
- Analizar las interferencias entre los modelos arquitectónicos y MEP.

- Implementar metodología BIM en el proyecto.
- Analizar las interferencias entre las disciplinas de arquitectura, estructura, mep y sostenibilidad.
- Mostrar a tiempo interferencias, colisiones entre disciplinas, lo cual se logrará subsanar las colisiones y con esto se garantiza la ejecución del proyecto en menor tiempo.
- Analizar 4D y 5D del armado del proyecto modular (containers).
- Conocer e implementar LOD 300 en la disciplina de Arquitectura.
- Resolver el proyecto mediante la interrelación de los roles BIM.

Capítulo 2: DESCRIPCION DELPROYECTO

2.1.- Introducción

En los últimos años en Latinoamérica, el sector de la construcción utiliza para el análisis, gestión y seguimiento de sus proyectos, varias herramientas tecnológicas, entre las que se encuentra la metodología BIM (Building Information Modeling) y metodología PMI (Project Management Institute), estas metodologías o herramientas han proporcionado una serie de beneficios significativos para el desarrollo y ejecución de proyectos. Estas herramientas permiten mejorar la eficiencia, la calidad y la colaboración en todas las etapas del ciclo de vida de la construcción, desde la planificación y el diseño hasta la construcción y la operación de los bienes construidos.

La metodología BIM utiliza modelos tridimensionales inteligentes para representar el diseño, la construcción y las operaciones de un proyecto; proporciona una plataforma centralizada para la colaboración entre los diferentes actores (stakeholders) involucrados en los proyectos, como arquitectos, ingenieros, contratistas y propietarios. Algunos beneficios de la aplicación de la metodología BIM en el sector de la construcción son:

1. **Diseño y visualización:** La metodología BIM permite crear modelos tridimensionales detallados que facilitan la comprensión del diseño por parte de todos los interesados, esto ayuda a minimizar errores y conflictos durante la etapa de diseño, lo que a su vez reduce los costos y los re-trabajos en la etapa de construcción.
2. **Coordinación y detección de conflictos:** Al integrar los modelos de diferentes disciplinas, como arquitectura, estructuras y MEP, la metodología BIM ayuda a identificar y resolver conflictos de diseño antes de que ocurran en la construcción física, esto mejora la eficiencia (menores tiempos de desarrollo) y reduce los problemas durante la ejecución del proyecto.
3. **Programación y planificación:** Las herramientas con las que se cuenta en la metodología BIM, permiten realizar una programación virtual del proyecto, lo que ayuda a identificar posibles retrasos o superposiciones de actividades a lo largo del tiempo de ejecución de la obra. Esto permite optimizar la secuencia de trabajo y mejorar la gestión del cronograma, lo que repercute en ahorros económicos.
4. **Estimación de costos y control:** Mediante las herramientas de la metodología BIM se generan estimaciones de costos más precisas al vincular los elementos del

modelo con los precios de los materiales y la mano de obra en tiempo real. Además, durante la construcción, se facilita el seguimiento y el control de los costos mediante la comparación entre el avance real y el planificado de la obra.

Por otro lado, la metodología del PMI se enfoca en la gestión de proyectos, esta metodología es reconocida a nivel internacional por lo que se ha comprobado que proporciona un enfoque estructurado para la planificación, ejecución, seguimiento y control de proyectos. Algunos beneficios del PMI en el sector de la construcción son:

1. **Gestión del alcance:** El PMI ayuda a definir claramente el alcance del proyecto, estableciendo objetivos y entregables específicos. Esto permite evitar cambios no autorizados y mantener el proyecto dentro de los límites establecidos.
2. **Gestión del tiempo:** El PMI utiliza técnicas de programación y planificación, como el diagrama de Gantt, para establecer cronogramas realistas y realizar un seguimiento del progreso del proyecto. Esto ayuda a evitar retrasos y a cumplir con los plazos establecidos.
3. **Gestión de costos:** El PMI proporciona herramientas y técnicas para estimar y controlar los costos del proyecto, permite desarrollar presupuestos detallados, realizar seguimiento de los gastos y gestionar eficientemente los recursos financieros disponibles.
4. **Gestión de riesgos:** El PMI fomenta la identificación temprana de riesgos y la implementación de estrategias para mitigarlos, esto ayuda a reducir la probabilidad de problemas y a manejar eficazmente los riesgos que se presenten durante la ejecución del proyecto.

Al combinar las fortalezas de la metodología BIM y la metodología del PMI, las empresas del sector de la construcción pueden lograr una gestión más eficiente de los proyectos, reducir los costos, mejorar la calidad y aumentar la satisfacción del cliente. La integración de estas herramientas permite una colaboración más estrecha entre los equipos de diseño y construcción, facilitando la toma de decisiones informadas y la entrega exitosa de proyectos en tiempo y forma.

2.2.- Roles BIM

Para el desarrollo del presente proyecto se cuenta con la participación de 5 profesionales de distintas ramas de la ingeniería y arquitectura, estos colaboradores desarrollarán diferentes roles dentro del entorno BIM, estas funciones específicas garantizan el éxito de un proyecto.

A continuación, se presentan breves descripciones de los roles en el contexto de BIM aplicables en el presente proyecto:

1.1.1 BIM Manager: Es responsable de coordinar y supervisar la implementación del proceso BIM en un proyecto. Este rol se encarga de establecer los estándares BIM, capacitar al equipo, coordinar la colaboración entre los diferentes participantes y asegurarse de que se cumplan los objetivos y las entregas en BIM.

1.1.2 BIM Coordinator: Se encarga de gestionar la coordinación entre las diferentes disciplinas y equipos de diseño y construcción involucrados en el proyecto. Su objetivo principal es identificar y resolver posibles conflictos o incompatibilidades en los modelos BIM, asegurando la integración y la coherencia en el diseño.

1.1.3 Líder Arquitectura: Es responsable de crear y desarrollar los modelos tridimensionales en el entorno BIM referente al área de arquitectura, utiliza software especializado para generar elementos constructivos virtuales con información detallada, como geometría, propiedades físicas y datos específicos del proyecto.

1.1.4 Líder MEP: Se enfoca en el diseño y la integración de sistemas específicos, como sistemas hidrosanitarios y eléctricos, su función es garantizar que los sistemas estén correctamente modelados y coordinados, cumpliendo con los estándares y requisitos del proyecto.

1.1.5 Líder de sostenibilidad: Este rol se enfoca en el desarrollo del estudio de sostenibilidad del proyecto, está inmerso en la ubicación geoespacial del proyecto (soleación), realiza comparativas de eficiencia de iluminación, determina parámetros bajo normativa nacional para poder conocer el grado de sustentabilidad del proyecto.

2.3.- Desarrollo del Proyecto: Centro Intercultural Modular

2.3.1.- Premisas

El proyecto se plantea con una conciencia ecológica, por lo que se define como premisa del proyecto la reutilización de contenedores marítimos para su reutilización.

En base al módulo que se genera por contenedores marítimos se propone el desarrollo arquitectónico para desarrollar un proyecto mixto: que se clasifica comercial y cultural ya que por su estructura modular nos permite el beneficio en el tiempo de construcción. Por otra parte, plantea aspectos importantes referentes a la sostenibilidad

ambiental, al permitir la reutilización de estos elementos metálicos que caso contrario se convertirían en chatarra.

Los contenedores que se utilizan son de 20 pies con un área de 13.806 metros cuadrados (largo interno 5.90 m, ancho interno 2.34m, altura interna 2.40m) área interna a utilizarse. Con un volumen interno de 33.13 metros cúbicos.



Figura1.- Container de 20 pies (13.81 m²).

Fuente: Customs-union-services, <https://customs-union.com.ar/datos.html>

Así como contenedores de 40 pies con un área de 28.15 metros cuadrados (largo interno 12.03 m, ancho interno 2.34m, altura interna 2.40m) área interna a utilizarse. Con un volumen interno de 67.56 metros cúbicos.

40 pies high cube standard (dry cargo) 40'x8'x9'6"



MEDIDAS	EXTERNA		INTERNA		PUERTA ABIERTA	
	Metros	Pies	Metros	Pies	Metros	Pies
LARGO	12.19	40'	12.03	39'6"		
ANCHO	2.43	8'	2.34	7'8"	2.33	7'8"
ALTO	2.89	8'11'	2.59	8'6"	2.29	7'6"

Figura2.- Container de 40 pies (28.15 m2).

Fuente: Customs-union-services, <https://customs-union.com.ar/datos.html>

2.3.2.- Antecedentes

El terreno para el Centro Intercultural Modular se encuentra ubicado en la ciudad de Quito, parroquia Calderón, barrio La Eloisa, predio 376491, con un área de 4.269,22 m², en la Av. Simón Bolívar y Av. Panamericana, el ingreso y salida vehicular / peatonal es por la Av. Simón Bolívar.

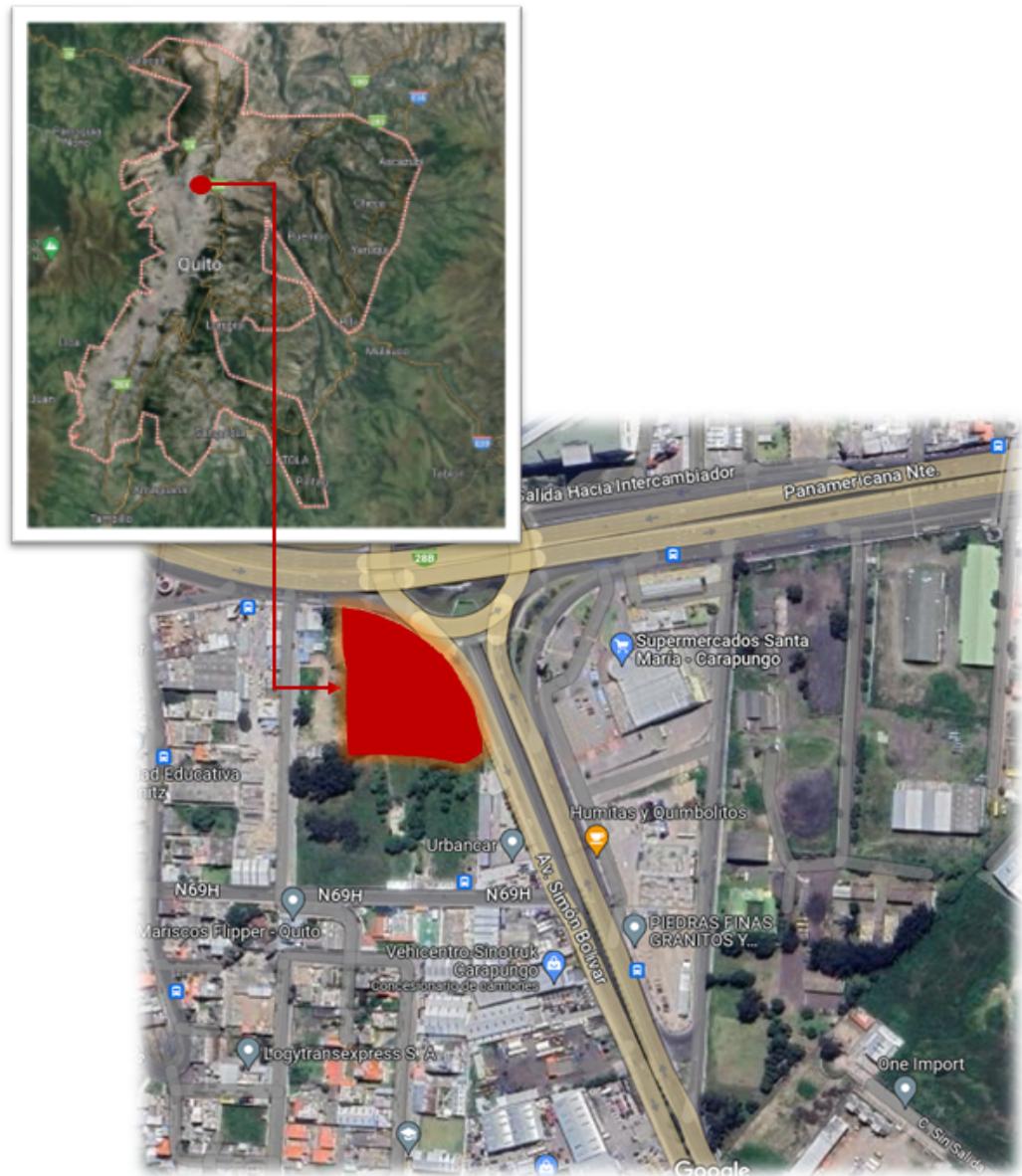


Figura3.- Ubicación del terreno implantación CIM – Calderón, Quito, Ecuador

Fuente: maps.google (<https://maps.google.com>), Elaboración propia

Las coordenadas del terreno son las siguientes:

LADO		DISTANCIA	FV	COORDENADAS	
EST	PV			N-y	E-x
1	2	12.46	2	9987786.6227	504588.1940
2	3	27.13	3	9987810.1142	504558.1139
3	4	11.52	4	9987859.7155	504596.9201
4	1	27.00	1	9987786.6227	504656.6205
ÁREA LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO = 4.269,22 M2					

Tabla1.— Coordenadas geográficas del proyecto.

Fuente: Elaboración propia

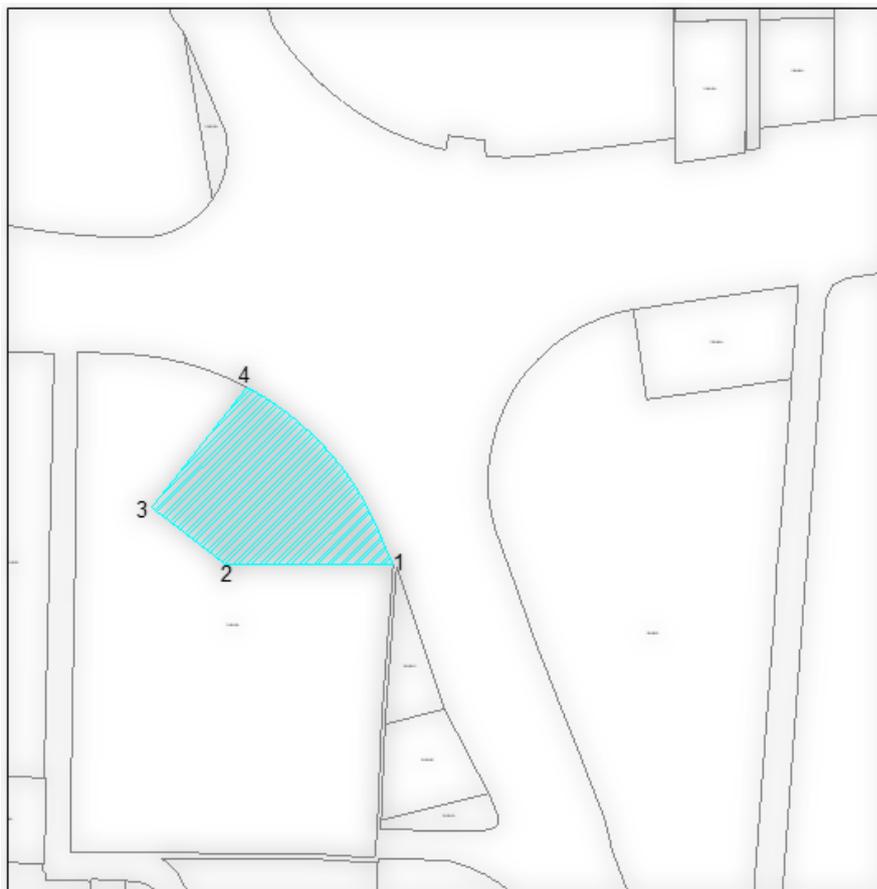


Figura4.- Implantación del terreno del proyecto.

Fuente: Elaboración propia

2.4.- Programa arquitectónico del proyecto

El Centro Intercultural Modular (CIM) está constituido de 5 contenedores metálicos eco-eficientes de 40 pies (28,15m²) y 4 contenedores de 20 pies (13,806m²), se interactúa las funciones en dos niveles, dando un área total de 266,03 m². Los contenedores marítimos de 20 y 40 pies por su diseño estructural pueden resistir su colocación apilados entre 2 niveles.

El proyecto CIM se encuentra establecido con una unidad comercial y una unidad Intercultural:

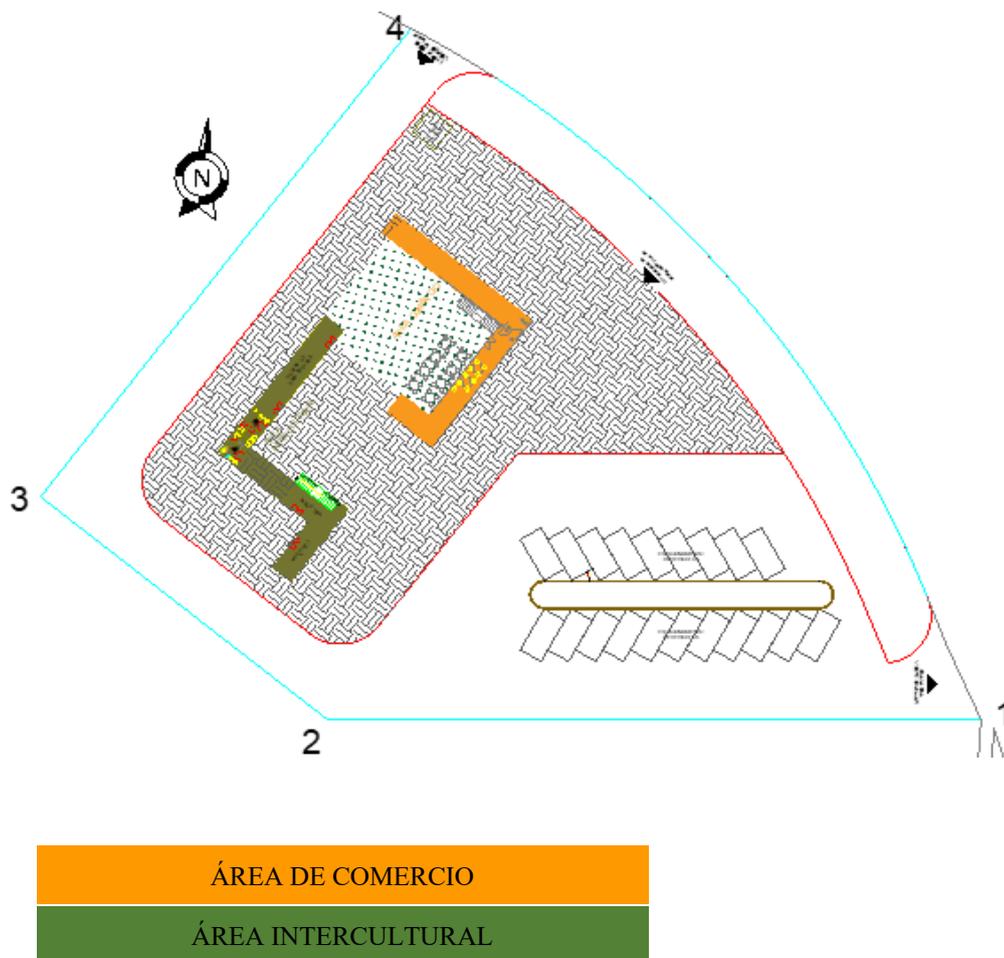


Figura5.- Ubicación áreas del Centro Intercultural Modular.

Fuente: Elaboración propia

Las áreas previstas para el Centro Intercultural Modular son las siguientes:

AREAS DE ESPACIOS		
No	Descripción	m2
1	Cocina	25.96
2	Vestidores	3.66
3	Comedor PB	29.62
4	S.S.H.H.	14.70
5	Comedor PA	29.62
6	Comedor Exterior PA	59.13
7	Centro de Exposiciones	29.62
8	Biblioteca	14.70
9	Ludoteca	14.70
10	S.S.H.H.	14.70
11	Teatro	29.62
	TOTAL	266.03

Tabla1.-Cuadro de áreas del proyecto.

Fuente: Elaboración Lider Arquitectura

2.4.1.- Modelo Base

Dentro de la ejecución del proyecto Centro Intercultural Modular hemos implementado el desarrollo de la metodología BIM para lo cual se ha previsto la realización de dos etapas, la primera el MODELO BASE donde se muestra la distribución e interconexión de las unidades de comercio como la interculturalidad, con sus ingresos, espacios recreacionales, espacios verdes y área de estacionamiento, luego se analiza la implementación de Sostenibilidad dentro de este estudio.

El Modelo Base se encuentra distribuido de la siguiente manera:

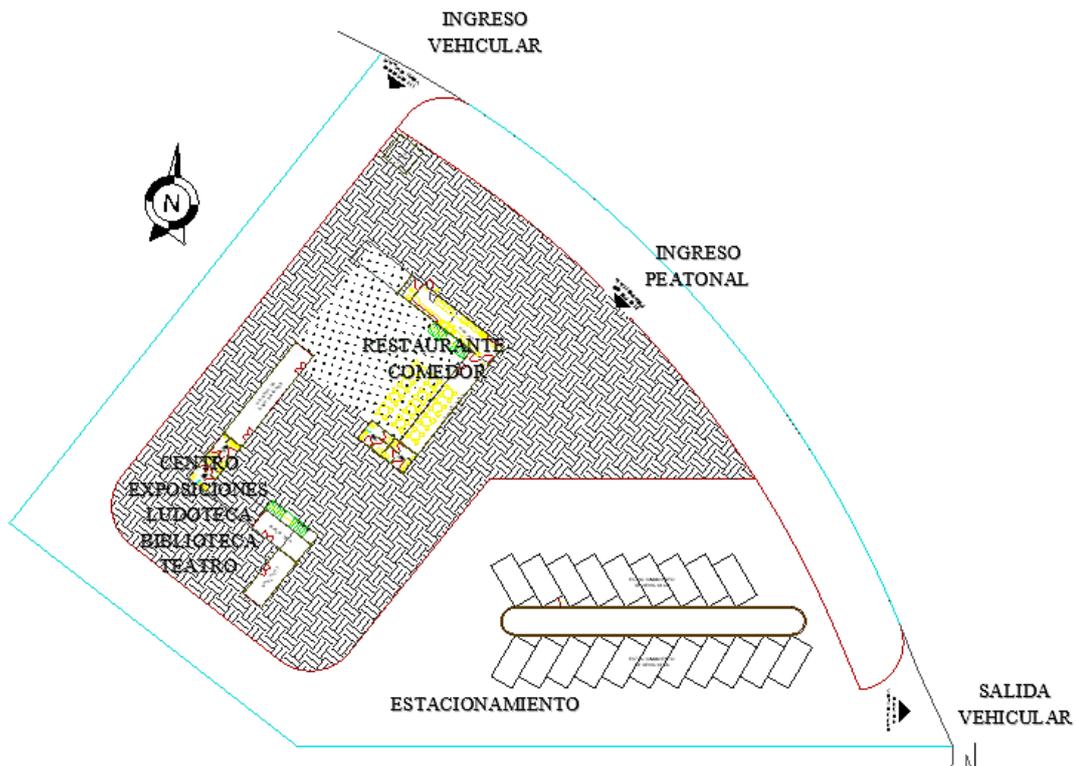


Figura1.- Implantación del Centro Intercultural Modular

Fuente: Elaboración propia

En la unidad de comercio se ubica al norte del terreno, en el ingreso del CIM, está desarrollado en 2 plantas: planta baja se encuentra el restaurante con su comedor interior, baterías sanitarias y en la segunda planta se encuentra un segundo comedor interior con un área exterior, en el cual se consigue un mirador espectacular.

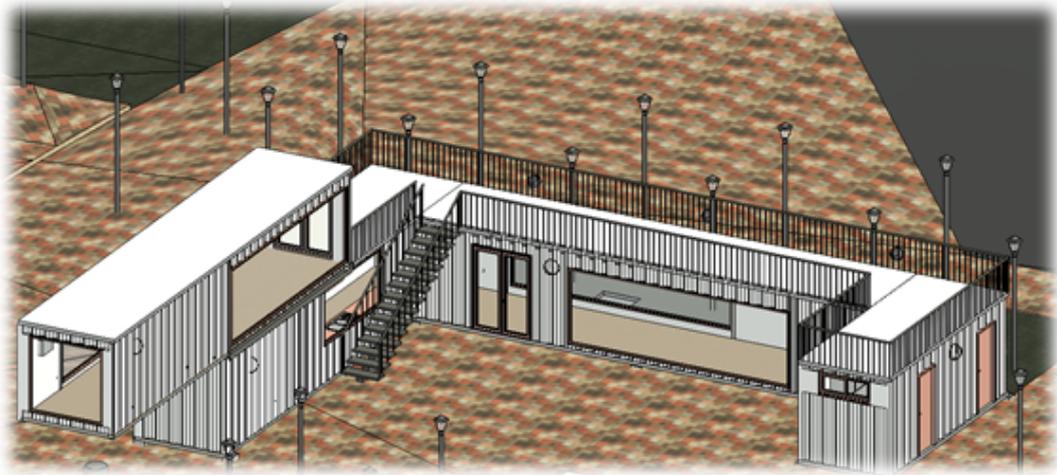


Figura2.- Vista Noreste (Unidad Comercial)

Fuente: Elaboración propia

En la unidad Intercultural se ubica al sur del terreno, cerca de los estacionamientos, está desarrollado en 2 plantas: planta baja se encuentra el Centro de Exposiciones, baterías sanitarias, Ludoteca y Biblioteca y en una segunda planta se encuentra el Teatro con un área exterior.



Figura3.- Vista Suroeste (Unidad Intercultural)

Fuente: Elaboración propia

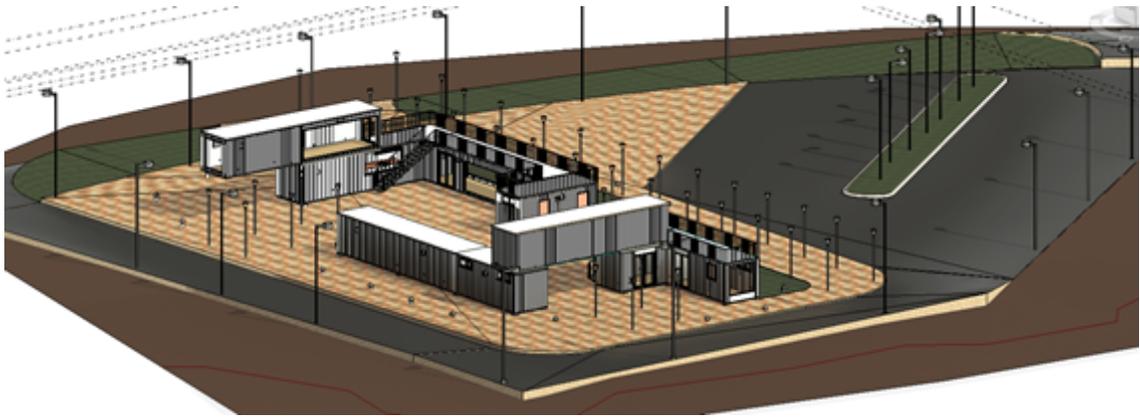


Figura4.- Modelo Base – Perspectiva Suroeste del proyecto

Fuente: Elaboración propia

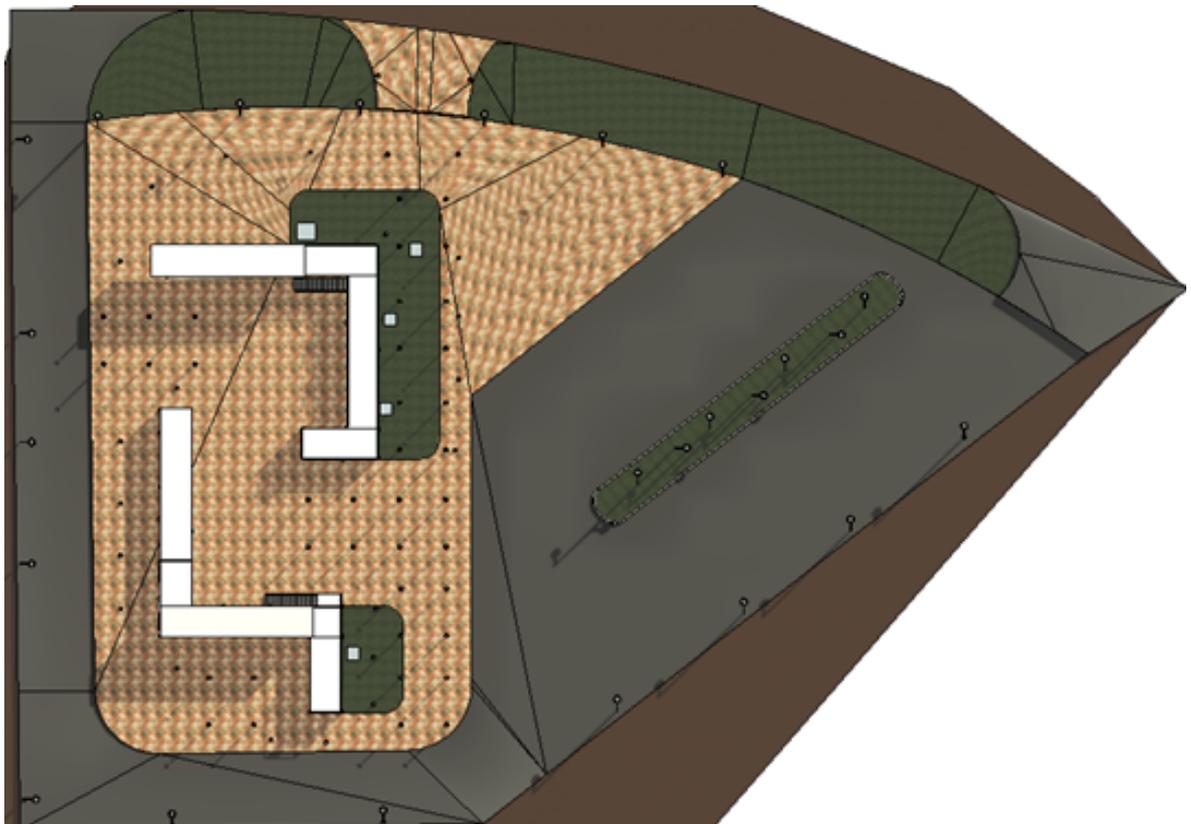


Figura5.- Modelo Base – Implantación Centro Intercultural Modular

Fuente: Elaboración propia

2.4.2.- Modelo Sostenible

Una vez el modelo base desarrollado, se realizan los estudios de sostenibilidad requeridos. El resultado de estos estudios sugiere estrategias para mejoras que se implementan en el modelo sostenible.

El modelo sostenible, cuenta con protecciones solares repartidas en el proyecto según los requerimientos puntuales de los usos del mismo. Cuenta igualmente con una propuesta de materialidad para mejorar la acústica y térmic interior del contenedor del Teatro.

El modelo sostenible cuenta también con la instalación de paneles fotovoltaicos, su objetivo es reducir el gasto energético proveniente de la red local, misma que será la principal alimentación de energía eléctrica de la unidad. Para establecer la cantidad de paneles fotovoltaicos se realizó un levantamiento de información donde se consideró todos los equipos eléctricos que se utilizarán en el proyecto.

DSISD CONTAINER PROJECT		CARGAS ELÉCTRICAS DEL PROYECTO							
CENTRO CULTURAL MODULAR									
EQUIPOS ELECTRICOS	CANTIDAD	CONSUMO (Wh)	CONSUMO (KWh)	HORAS APROXIMADAS DIARIAS DE USO	HORAS APROXIMADAS MENSUALES DE USO	TOTAL DIARIO (W)	TOTAL DIARIO (KW)	TOTAL MENSUAL (W)	TOTAL MENSUAL (KW)
Luminarias LED	72	9	0,009	7	112	4536	4,536	72576	72,576
Tomacorrientes 110V	54	0	0	0	0	0	0	0	0
Tomacorrientes 220V	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Tv	2	140	0,14	8	128	2240	2,24	35840	35,84
Computadora	2	200	0,2	14	224	5600	5,6	89600	89,6
Licudadora	2	700	0,7	0,25	4	350	0,35	5600	5,6
Refrigeradora	1	500	0,5	18	288	9000	9	144000	144
Congelador	1	700	0,7	18	288	12600	12,6	201600	201,6
Procesador de alimentos	2	450	0,45	0,25	4	225	0,225	3600	3,6
Batidora	2	300	0,3	0,25	4	150	0,15	2400	2,4
Horno	1	800	0,8	2	32	1600	1,6	25600	25,6
Extractor tipo hongo motor 1.5hp	1	1120	1,12	12	192	13440	13,44	215040	215,04
Celulares	5	20	0,02	8	128	800	0,8	12800	12,8
Secador automático de manos	2	3	0,003	0,25	4	1,5	0,0015	24	0,024
Bomba para sistema hidráulico 2hp	1	1500	1,5	1	16	1500	1,5	24000	24
						52042,5	52,0425	832680	832,68
						W	KWh	W	KWh

Tabla2.-Cargas equipos eléctricos

Fuente: Elaboración propia

Adicional a ello investigamos las Horas Sol Pico (HSP) de la región mediante el Sistema de Información Geográfica Fotovoltaica y analizamos el panel con mayor entrega de potencia, dándonos como resultado la cantidad de veinte paneles solares a utilizarse.

CÁLCULOS DE CANTIDAD DE PANELES FOTOVOLTAICOS		
POTENCIA PANEL (W):	348	NOCT (temperatura de operación nominal de la célula)
HSP (h):	4	Horas aprovechables diarias (donde el panel recibe mas radiación solar)
ENERGÍA DEL PANEL (Wh) =	1392	-
ENERGÍA DEL PANEL (KWh) =	1,392	Generación diaria de energía
	41,76	Generación mensual de energía
NÚMERO DE PANELES =	19,93965517	Cantidad de paneles fotovoltaicos a utilizarse en el proyecto

Tabla1.- Cálculo de cantidad de paneles fotovoltaicos.

Fuente: Elaboración propia

Se implementará adicionalmente la utilización de biodigestores (2 tanques de 4000 litros tipo Plastigama) como tratamiento primario de las aguas servidas del proyecto que se destinarán al alcantarillado de la ciudad, el caudal que se calcula para obtener los 2 tanques de 4000 litros viene de un estudio previo realizado en el que se ha tomado en cuenta la cantidad de gente que puede llegar a utilizar el inmueble, considerando que el 80% de las aguas de dotación diaria serán aguas negras o grises, también se considera un segundo biodigestor por temas de operación y mantenimiento, con esta duplicidad de equipos se tendrá siempre en funcionamiento uno de ellos sin que esto afecte al normal funcionamiento del proyecto.

A este modelo sostenible se le realizará el cálculo de eficiencia energética con el fin de verificar la incidencia de los elementos de sostenibilidad implementados.



Figura6.- Modelo Sostenible – Perspectiva Suroeste proyecto

Fuente: Elaboración propia

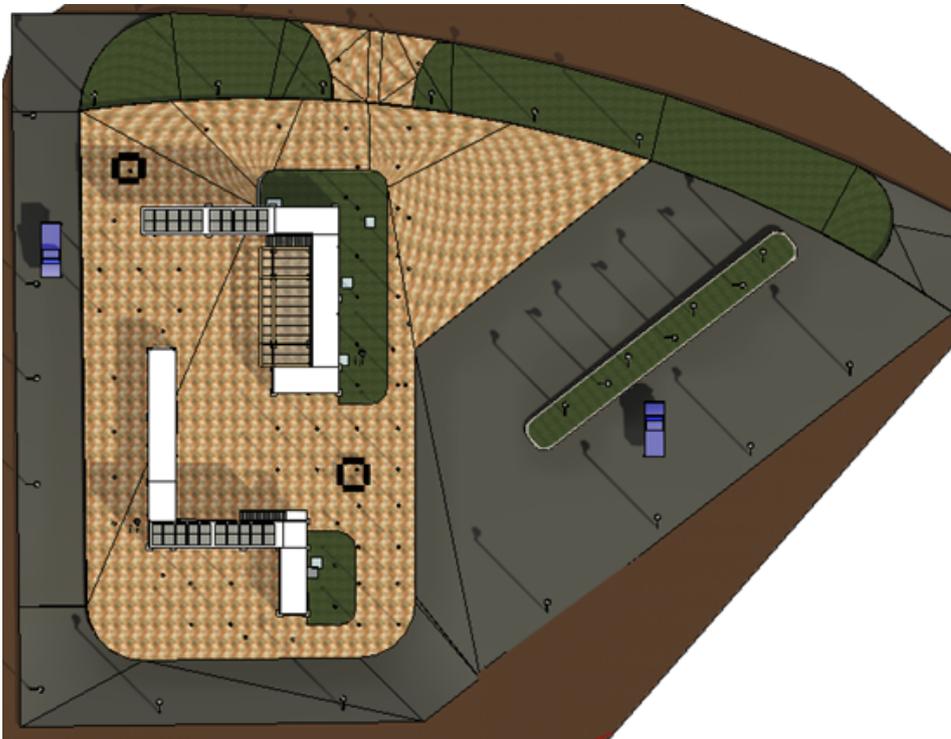


Figura7.- Modelo Sostenible –Implantación del proyecto

Fuente: Elaboración propia

2.5.- Objetivo general

Desarrollar mediante metodología BIM, un proyecto cuyo esquema constructivo plantea el uso de sistemas modulares a través de la reutilización de contenedores marítimos, acortando tiempos de construcción, manteniendo la calidad del producto y buscando la mejor relación costo/beneficio.

2.6.- Objetivos específicos

- Elaborar modelos de las diferentes disciplinas que requiere el proyecto a través de software de modelado para obtener un modelo federado sin interferencias.
- Elaborar un modelo base y un modelo con aplicación de criterios de sostenibilidad para realizar análisis de comparativas entre ellos.
- Obtener volúmenes de obra de los modelos desarrollados por medio de los softwares de modelado para obtener el cronograma (4D) y presupuesto (5D) de la obra.
- Obtener comparativas del proyecto respecto a cronograma y presupuesto para el análisis y toma de decisiones gerenciales.

Capítulo 3: Metodología BIM

3.1.- Qué es BIM:

Building Information Modelling en su abreviatura BIM es el máximo concepto actual usado en la industria de la construcción. Aunque esta metodología existe desde hace más de diez años sigue generando mucho interés a nivel mundial. Hace aproximadamente 70 años ha existido el concepto BIM, el pionero fue Phil Bernstein y tiempo después Jerry Laiserin, quien hizo eco de este concepto. En el año de 1987 la empresa Graphisoft a través de su software ArchiCAD realizó la primera implementación BIM.

El método de trabajo que integra todos los procesos y el flujo de información de forma colaborativa e integrada para gestionar los proyectos de edificación (arquitectura, ingeniería, construcción) se llama BIM, este es el proceso que abarca la generación y gestión de la información física y funcional de un proyecto. Los resultados de estos procesos son los modelos de información que su última instancia viene a ser archivos digitales que describen todos los aspectos del proyecto y apoyan a la toma de decisiones a lo largo del ciclo del proyecto para garantizar que la planificación, el diseño y la construcción de proyectos sean altamente eficientes.

Para las personas que empiezan a conocer estos conceptos el BIM suele confundirse con un modelado 3D, pero en realidad implica una metodología completa de trabajo para la industria de la construcción. Los subconjuntos de sistemas BIM y tecnologías que se han venido desarrollando a lo largo de los años han abarcado 4D (tiempo), 5D (costo), 6D (operación), 7D (sostenibilidad) e incluso 8D (seguridad). “*Esta capacidad*

multidimensional de BIM se ha definido como modelado “nD”, ya que se puede añadir un número casi infinito de dimensiones al modelo de construcción”.

(https://graasp.eu/resources/633067f6f8bed23c89e1/33_cad.html)



Figura8.- Ciclo de la metodología BIM

Fuente: Wikipedia

3.2.-Funcionamiento del BIM

3.2.1.- Entorno Común de datos (ECD)

La información en un modelo BIM se comparte a través de un espacio virtual mutuamente accesible conocido como Entorno Común de Datos (Common Data Environment o CDE), y los datos recopilados se denominan modelo de información.

Los modelos de información se pueden utilizar en todas las etapas de la vida de un edificio, desde su inicio hasta su funcionamiento, e incluso en renovaciones y reacondicionamientos.

Para trabajar en proyectos de construcción en un entorno BIM, es necesario gestionar la información de forma estructurada y el intercambio de datos y documentos. Es por lo que es fundamental contar con CDE que ofrezca un entorno seguro, ágil y estructurado. Este entorno común de datos es una herramienta que permite a los diferentes agentes implicados en un proyecto trabajar de forma interconectada en la nube. En un CDE, se puede recopilar, gestionar y difundir información y datos de un proyecto entre diferentes equipos.



Figura9.- . Ciclo de la metodología BIM

Fuente: Web Seys

3.3.- Niveles o fases BIM

Una de las herramientas estandarizadas para medir el grado de implantación (o madurez) BIM en un proyecto son precisamente los BIM Levels. Se trata de una sencilla escala creada por el gobierno de Reino Unido (NBS) que nos permite reconocer rápidamente en qué fase estamos con respecto al uso del BIM en nuestros proyectos.

Esta escala viene determinada por cuatro niveles: 0, 1, 2 y 3. Son progresivos y para alcanzar cada uno de ellos es necesario implantar nuevos procesos y mejorar los preexistentes. Vamos a verlos uno por uno.

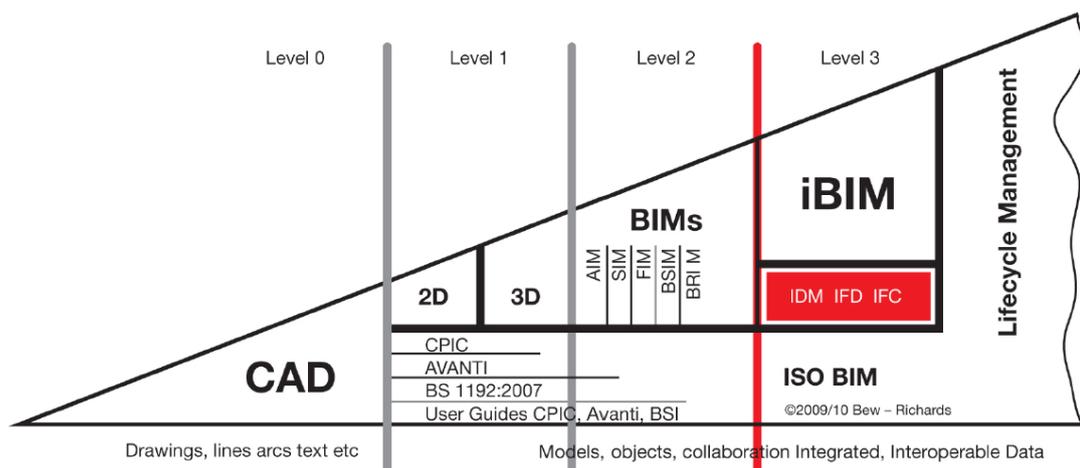


Figura10.- Niveles de implementación de la metodología BIM

Fuente: Bew-Richards modelo madurez BIM

3.3.1.- Nivel 0 BIM

Es el inicio del camino de la implantación BIM. El nivel 0 equivale a una ausencia de colaboración. Se basa en el modelo de trabajo que se ha usado en las últimas décadas:

Producción de información en 2D mediante CAD e impresión en papel o en formatos digitales de la información para desarrollar el proyecto.

3.3.2.- Nivel 1 BIM

El nivel en el que ya trabajan muchas empresas y estudios. Implica una mezcla de trabajo en 3D para la concepción del proyecto y 2D para el desarrollo de la documentación técnica. El grado de colaboración se da, sobre todo, en el uso de un sistema de compartición de datos del proyecto, normalmente en la nube, sin embargo, el modelo no es compartido entre los miembros del equipo de forma simultánea.

3.3.3.- Nivel 2 BIM

Este nivel marca el inicio de la colaboración. Todas las partes trabajan sobre su propio modelo 3D, pero comparten información en el mismo formato lo cual permite la creación de un flujo de trabajo colaborativo. Todos los softwares implicados en el proceso deben ser capaces de exportar la información a un formato común para que el resto de los participantes puedan usarla en sus modelos.

3.3.4.- Nivel 3 BIM

Implica el máximo grado de colaboración. Se basa en el trabajo sobre un único modelo que es compartido por todos los participantes. Todas las partes pueden acceder y modificar el mismo modelo. Esto permite eliminar la última capa de riesgo por conflictos de información que se daba en fases anteriores a la hora de unificar modelos. Para hacer viable este grado de colaboración es necesario trabajar con soluciones de software que permitan un trabajo simultáneo sobre el modelo común.

3.4.- Niveles de desarrollo LOD

LOD (Level of Development) define el nivel de desarrollo o madurez de información que posee un elemento del modelo, y este es la parte de un componente, sistema constructivo o montaje del edificio. Conviene aclarar que el LOD en ningún caso se refiere a la totalidad del proyecto y tampoco tiene vinculación con la fase de desarrollo o construcción. Todos los niveles están determinados por: requerimientos de contenido del elemento, usos autorizados (análisis), coste, programación, coordinación, otros.

3.4.1.- LOD 100 - Conceptual

Es el nivel básico en el que se enumeran los elementos conceptuales de un proyecto, con el grado de definición dada por:

El elemento objeto puede estar representado por un símbolo o representación genérica.

No es necesaria su definición geométrica, aunque este puede depender de otros objetos definidos gráfica y geoméricamente. Muchos elementos pueden permanecer en este nivel de desarrollo en fases muy avanzadas del proyecto.

3.4.2.- LOD 200 - Geometría

Es el nivel en el que se define gráficamente el elemento, especificando aproximadamente cantidades, tamaño, forma y/o ubicación respecto al conjunto del proyecto. Puede incluir información no gráfica. El elemento objeto está determinado por su posición y ya posee una definición geométrica no completa. Tiene los datos aproximados de dimensiones, forma, ubicación y orientación. Su uso está vinculado a elementos genéricos o cuyas

definiciones detalladas vienen dadas por agentes externos al proyecto. Es el LOD más bajo en el que se indica la posibilidad de incluir información no gráfica de un elemento, como puede ser el coste real (no estimado del LOD 100), así como características de envolventes, pesos, fabricantes y manuales de mantenimiento.

3.4.3.- LOD 300 - Construcción

Es el nivel en el que se define gráficamente el elemento, especificando de forma precisa cantidades, tamaño, forma y/o ubicación respecto al conjunto del proyecto. Puede incluir información no gráfica. El elemento objeto está definido geoméricamente en detalle, así como su posición, pertenencia a un sistema constructivo específico, uso y montaje en términos de cantidades, dimensiones, forma, ubicación y orientación. También se indica la posibilidad de incluir información no gráfica vinculada al elemento.

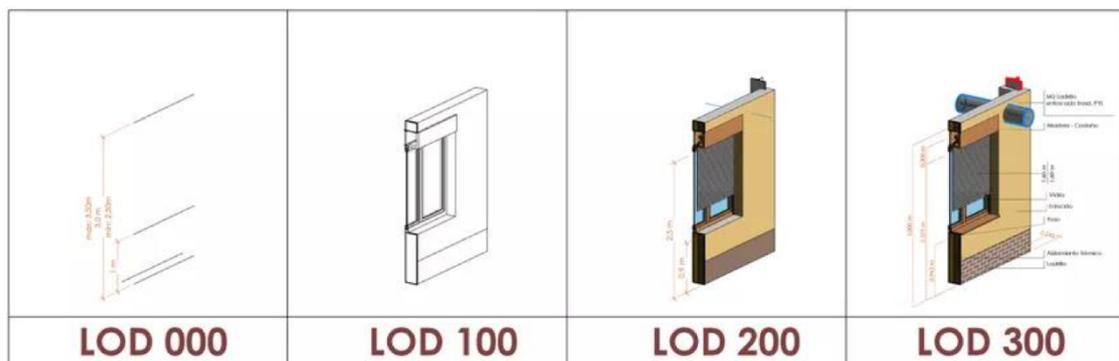


Figura11.- Representación modelo LOD

Fuente: Muralit – editeca

3.4.4.- LOD 350 - Coordinación y colisiones

Equivalente al nivel LOD 300 pero incluyendo la detección de interferencias entre distintos elementos. Es propio de proyectos complejos desarrollados independientemente por disciplinas u otra desagregación de proyecto específico. Afecta al análisis, programación y coordinación del proyecto. Ocasionalmente, al coste por elemento y conjunto. Habitualmente, modifica la totalidad del proyecto respecto a LOD 300 según criterios definidos en los que suele ser prioritario el respeto a la estructura frente a instalaciones, y estas frente a arquitectura. Requieren de una perfecta coordinación entre todos los agentes y las distintas disciplinas y subdisciplinas para una correcta ejecución en obra y una drástica reducción de errores y modificaciones en esta.

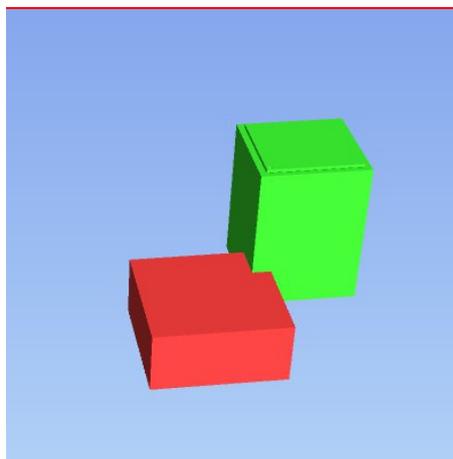


Figura12.- . Interferencia de una zapata de hormigón con una caja de revisión

Fuente: Elaboración propia

3.4.5.- LOD 400 - Fabricación

El elemento objeto está definido geoméricamente en detalle, así como su posición, pertenencia a un sistema constructivo específico, uso y montaje en términos de

cantidades, dimensiones, forma, ubicación y orientación detallada completamente, información de fabricación específica para el proyecto, puesta en obra/montaje e instalación. También se indica la posibilidad de incluir información no gráfica vinculada al elemento.



Figura13.- Representacion modelo LOD

Fuente: Muralit-editeca

3.4.6.- LOD 500 - As Built

El elemento objeto está definido geoméricamente en detalle, así como su posición, pertenencia a un sistema constructivo específico, uso y montaje en términos de cantidades, dimensiones, forma, ubicación y orientación. También se indica la posibilidad de incluir información no gráfica vinculada al elemento. Se verifica la información de este nivel en relación con el proceso constructivo finalizado (“as built”) y no es aplicable a todos los elementos del proyecto. El criterio valido será definido por la propiedad y las normativas correspondientes. La información de este nivel sustituye a las equivalentes de otros niveles inferiores en todos los casos. Los elementos del modelo pueden estar definidos a nivel de LOD 500 sin haberlo hecho en niveles

anteriores y se incluirá siempre el autor de este como agente responsable de su ejecución.

3.4.7.- LOD 600 - Reciclaje

El elemento objeto no está definido geoméricamente en detalle, pero sí lo están sus condiciones de reciclado, como materiales propios, toxicidad, vida útil, básicas, distancia a puntos de fabricación/reciclaje, peso y volumen, formas de traslado y desmontaje, etc. Está basada principalmente en información no gráfica vinculada al elemento.

3.5.- Marco Teórico Metodología BIM, Norma ISO 19650

3.5.1.- Definición. –

Conforme la información recabada, la ISO 19650 *“es una normativa internacional que marca las pautas necesarias para realizar la gestión de la información en un proyecto de construcción. Esta normativa es la base para potenciar la transformación digital de la industria de la construcción a través del trabajo colaborativo entre los profesionales de los proyectos de construcción.”* Fuente: <https://bit.ly/3nUQ504>

Es decir, es la normativa que establece la manera en que se van a realizar los diferentes procesos de comunicación, gestión de la información, protocolos y procesos, el lenguaje común a usarse, para llevar a cabo el proceso digital del proyecto.

A fin de hacer posible la interacción y el trabajo colaborativo que la metodología BIM requiere, se ha creado la serie UNE-EN ISO 19650, la cual son un conjunto de normas

internacionales que abordan la “*Organización y digitalización de la información en obras de edificación e ingeniería civil que utilizan BIM (Building Information Modeling)*”, compuesta por 5 fases, descritas a continuación:

- Parte 1 (ISO 19650-1, 2018): Conceptos y principios.
- Parte 2 (ISO 19650-2, 2018): Fase de desarrollo de los activos.
- Parte 3 (ISO 19650-3, 2020): Fase de operación de los activos.
- Parte 4 (ISO 19650-4, en desarrollo): Intercambio de información.
- Parte 5 (ISO 19650-5, 2020): Enfoque de seguridad en la gestión de la información.

La Norma ISO 19650-1: comprende los conceptos y principios que deben ser tomados en cuenta a fin de almacenar la información del proyecto en un entorno seguro y organizado, siendo éste el Entorno Común de Datos - ECD, en el que se almacena y gestiona la información y en la cual se maneja un solo lenguaje común entre los diferentes profesionales que intervienen, haciendo posible la estandarización de los procesos y la trazabilidad del mismo a lo largo de todas las fases del ciclo de vida que éste comprende.

Los involucrados o stakeholders llamados a utilizar esta normativa, son los actores que intervienen tanto en la fase de concepción y puesta en marcha de la obra, así como los involucrados en la fase de mantenimiento de la edificación, una vez ésta concluida.

Parte 2 – Fase de desarrollo de los activos

Esta segunda fase comprende el establecimiento de las necesidades que tiene del proyecto el sponsor o patrocinador del proyecto.

Parte 3 – Fase de operación de los activos

Como su nombre indica, comprende el desarrollo de los activos en continua interacción entre el patrocinador del proyecto y los profesionales involucrados en el desarrollo y gestión del proyecto.

Parte 4 – Intercambio de información.

La cuarta etapa, que según lo investigado está en etapa de formación, busca resguardar la seguridad de la información, de manera que proyectos de gran importancia o tamaño, permanezcan seguros con una compartición estricta de sus usuarios.

Parte 5 – Especificación para la Seguridad

Esta sección de la norma se enfoca en la seguridad en la gestión de la información.

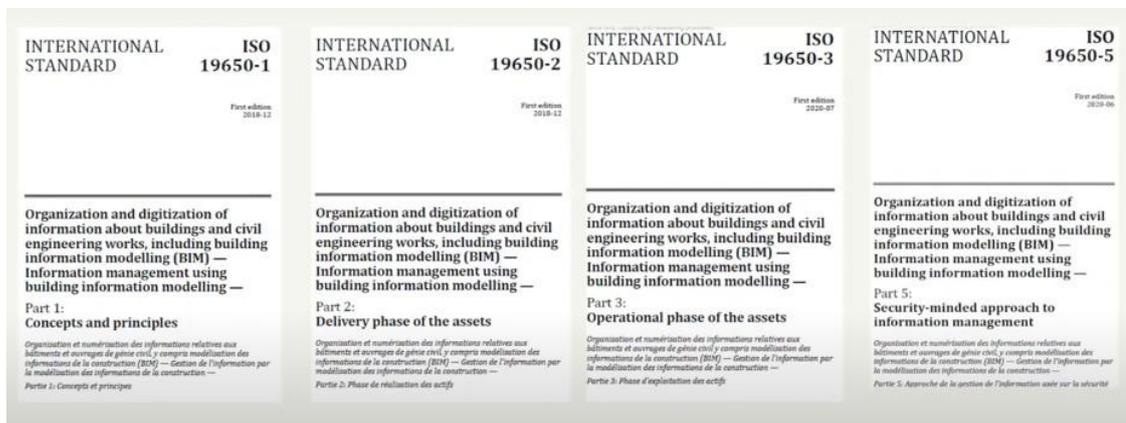


Figura14.- Volúmenes ISO 19650

Fuente: <https://bit.ly/3O0sSEa>

3.5.2.- ¿Cuál es el objetivo de la norma ISO 19650?

El objetivo de esta norma es la de armonizar la gestión de los objetos que serán utilizados en la edificación, desde la concepción de los mismos hasta su producción.

Esta norma permite a los participantes de un proyecto de construcción tener información de los objetos que son usados en la edificación a lo largo de su vida útil, también trata los términos y definiciones para el BIM, información de proyecto, perspectivas, trabajo colaborativo, definición de requerimientos de información y modelos resultantes, ciclos de entrega de información y las funciones para su manejo adecuado, manejo de la producción colaborativa de la información, etcétera.



Figura15.- Infografía ISO 19650

Fuente: <https://bit.ly/3Ownf1T>

3.5.3.- ¿Cuáles son las ventajas de la norma ISO 19650?

La ISO 19650 permite a los equipos de trabajo minimizar las actividades improductivas y aumentar la previsibilidad de los costes y el tiempo relacionados con la ejecución de una obra. Esto se consigue mediante un enfoque común de la gestión de la información y la adhesión a los principios fundamentales de la metodología BIM.

La aplicación correcta de la norma ISO 19650 favorece:

- El control de la información requerida por el cliente y los métodos de verificación de dicha información, la definición de los procesos, los plazos y los recursos

económicos y temporales a invertir para la realización/gestión/mantenimiento de una obra.

- La correspondencia entre los requisitos definidos en la fase de contratación y los resultados obtenidos al final del proceso.
- El intercambio de información entre los diferentes actores que intervienen en cada fase del ciclo de vida de un proyecto.



Figura16.- Representación proyecto con metodología BIM

Fuente: <https://bit.ly/3a583K2>

3.5.4.- Fundamentos de la Norma ISO 19650

La Norma ISO 19650 cuyo título es “Organización y digitalización de información sobre el ciclo de vida de los activos de construcción e infraestructura, utilizando BIM” es un hito en la gestión de la información en la aplicabilidad de la metodología BIM en la industria de la construcción e infraestructura.

Tanto la construcción como la infraestructura son sectores altamente fundamentales para el desarrollo económico y social de cualquier país o región, sin embargo, por

historia, han sido los sectores que han enfrentado desafíos importantes relacionados con la ineficiencia de las actividades, costos excesivos, falta de comunicación entre actores del proyecto e inadecuada gestión de la información, estos problemas a menudo han resultado en proyectos retrasados, proyectos con presupuesto sobrepasado y con una calidad baja.

La metodología BIM surge como una solución para mejorar la gestión y colaboración en proyectos de construcción ya que se refiere a un enfoque colaborativo que se aplica en la planificación, diseño, construcción y operación del activo del proyecto, mediante la utilización de modelos digitales tridimensionales y datos asociados a los mismos para informar y respaldar la toma de decisiones a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

En este contexto, se desarrolla la Norma ISO 91650 para establecer lineamientos y estándares a nivel internacional que promuevan la adopción eficiente de la metodología BIM en la industria de la construcción; la norma se publica en 2 partes que son la ISO 19650-1 y la ISO 19650-2.

La ISO **19650-1** es la que abarca los conceptos y principios de gestión de la información mediante el uso de metodología BIM, el objetivo de esta primera parte es la estructuración de la información, definición de roles y responsabilidades, colaboración y coordinación, así como también la planificación y ejecución del proyecto.

La ISO **19650-2** en cambio se enfoca en los requisitos para poder realizar el intercambio de información utilizando la metodología BIM, establece directrices para el intercambio de datos entre las diferentes fases del ciclo de vida del activo, asegurando que la información se mantenga coherente y actualizada siempre.

Uno de los aspectos fundamentales de la ISO 19650 es que se enfoca en el ciclo de vida completo del activo, esto permite tener una gestión más integrada y sostenible de los proyectos, garantizando que la información relevante se mantenga siempre actualizada y disponible a lo largo del tiempo, lo que permite aumentar la eficiencia en los procesos del proyecto, así como también poder dar un mantenimiento adecuado a los activos.

La ISO 19650 promueve un enfoque basado en el riesgo para la gestión de la información, es esencial que se identifiquen los riesgos asociados a la información lo que permitirá tomar decisiones informadas. Al abordar los riesgos desde el inicio, los equipos pueden establecer estrategias que mitiguen estos riesgos y que se pueda evitar situaciones en donde se vean costos no contemplados y perjudiciales para las siguientes etapas del proyecto.

Respecto a la gestión de la información, la norma establece la necesidad de estructurar un proceso para la creación, organización, almacenamiento, recuperación y uso de la información a lo largo del ciclo de vida del activo, para lograr esto, se definen roles y responsabilidades muy claras para los distintos stakeholders del proyecto.

La metodología BIM promueve la colaboración interdisciplinar lo que permite tener una comunicación más efectiva y una toma de decisiones informada, para esto la norma establece requisitos para coordinar la comunicación de la información, asegurándose de que los cambios y actualizaciones sean gestionadas adecuadamente y transmitidas a todos los interesados pertinentes.

La norma hace énfasis en la necesidad de una planificación adecuada para gestionar la información, un plan de comunicación de la información bien definido garantiza que todos los participantes tengan una visión de cuáles son los objetivos, procesos y

responsabilidades en cuanto a la gestión de la información, esto también facilita enormemente la asignación de recursos y la identificación de riesgos que podrían surgir a lo largo del proyecto.

Respecto a la seguridad de la información, la norma establece pautas para proteger la misma contra accesos no autorizados y garantizar que solo las personas autorizadas tengan acceso a información sensible.

La estandarización y el intercambio de datos es fundamental ya que si la metodología BIM no contara con esta estandarización, los actores del proyecto tendrían formatos diferentes y diferentes estándares para intercambio de datos, con la estandarización se busca integrar la información desde diferentes fuentes y evitar la duplicidad de esfuerzos.

Al desarrollar los proyectos bajo norma ISO 19650, existen varios beneficios, uno de ellos es la alta eficiencia en el manejo de la información, lo que conduce a toma de decisiones más informada y oportuna ya que se tiene la información disponible en todos lados a toda hora para los stakeholders, esto evita retrasos y conflictos innecesarios, además la mejora en coordinación y en colaboración entre los diferentes actores llevan a una mayor calidad del producto, la comunicación efectiva y la capacidad de compartir información actualizada entre todos los stakeholders permite detección temprana de problemas así como también su pronta solución.

Si bien es cierto, la norma brinda muchas facilidades y beneficios para el desarrollo de proyectos, pero no hay que olvidarse que también existen desafíos significativos para su aplicación y más en Latinoamérica en donde se mantiene una cultura de desorganización, misma que mediante la aplicación de la metodología BIM en más

países deberá ir cambiando, llegando también a una tropicalización de la norma ya que se debe apegar a las necesidades y limitaciones de la región.

Hoy por hoy la transición hacia BIM requiere una gran inversión en capacitación y recursos tecnológicos, así como crear y adaptar nuevos flujos de trabajo y procesos en las empresas que lo implementen.

A pesar de estos desafíos, la implementación de la ISO 19650 representa un avance enorme en la gestión de la información, una mejor gestión de la información y una mayor colaboración entre los actores del proyecto pueden llevar a tener más eficiencia, mejor sostenibilidad y alta rentabilidad del proyecto.

3.6.- Importancia de la metodología BIM en la industria de la construcción.

La metodología BIM, en esta última década, vino a dar al sector de la construcción el paso que necesitaba para ser más competitivo y eficiente. El sector de la construcción es el sector que consume más del 40% de la energía mundial, esta cifra refleja la necesidad imperiosa de mejorar el sector. Siendo la construcción un sistema muy complejo de coordinación en el que se involucran muchos equipos de trabajo de ramas distintas, es muy conocido en el medio los errores que se comprueban en obra y el alto costo económico, temporal y material de los mismos.

Work Cited, Niño, Dianny. "Construcción representa el 40% del uso de energía."

Revista En Obra, 25 May 2023, <https://www.en-obra.com/es/noticias/construccion-representa-el-40-del-uso-de-energia>. Accessed 18 August 2023.

Gracias al avance de la tecnología, hoy en día tenemos la posibilidad de recibir información de manera instantánea, en el caso de la construcción, incluso directamente en obra. Todo este avance resolvería muchos de los conflictos, si no se tratara de la coordinación de múltiples disciplinas en distintos aspectos de un sector tan complejo como el de la construcción. Esto lo logra BIM cuando propone una metodología específica, coordinada, normada e instantánea.

Específica porque da respuesta directamente a los problemas que encuentran en el sector de la construcción, específicas porque que trabaja con modelos colaborativos con capacidad paramétrica para cada elemento incluido en el mismo, específica porque puede tratarse la interacción entre las disciplinas desde fases tempranas que se escoja donde se reflejan problemas puntuales en cada una de estas interacciones.

Coordinada porque gracias al entorno común de datos y el rol específico de coordinación se logra concentrar todas las actividades propias del manejo de diseños, planos, y transferencia de datos y procesos a través de un solo rol, lo que permite un intercambio de información auditada y validada, este es uno de los puntos neurálgicos que ha modificado la industria de la construcción para siempre.

Normada porque ya no es decisión de cada actor la forma en que se producen todos los elementos del proceso, BIM cuenta ahora con varias normas que pueden regir su desarrollo entre ellas la norma ISO19650.

Instantánea, aunque en los tiempos que corren, esta calidad podría parecer obvia no lo es y sobre todo este es uno de los elementos más importantes de la metodología porque esta información requerida en un momento y lugar

determinados puede darse y ya no es motivo para retrasos y justificaciones de los mismos, todo esto se da lugar gracias al uso de los flujos de trabajo y aplicaciones BIM.

Si bien el desarrollo BIM implica un cambio en la metodología de trabajo y organización, pero esto sólo se puede lograr con el compromiso de todos los agentes involucrados, sin embargo, el beneficio es palpable en poco tiempo de su implementación, mayor rendimiento energético y calidad de la construcción, sincronización entre el diseño y la planificación lo que influye directamente en la estimación de costos, la que se puede trabajar desde fases tempranas de diseño.

3.7.- Importancia de la Implementación BIM en el Proyecto CIM

La implementación de BIM dentro de proyecto de este estudio se implementa en primera instancia al involucrar al equipo de gestión con BIM Manager, Coordinadora, Líder de Arquitectura, Líder MEP y Líder de Sostenibilidad.

Una vez constituida los roles se implementan parámetros tecnológicos software para el desarrollo de la información enviada por el BIM, de manera que se realice bajo los parámetros: protocolo, plantilla y flujos de trabajos, dando resultado de eficacia, colaboración y comunicación en menor tiempo.

Las ventajas que obtenemos de BIM es la efectividad de interacción entre el modelado arquitectónico, MEP y sostenibilidad que sus componentes se pueden visualizar y a la

vez verificar colisiones y/o choques, para ser corregidas y los diseños sean entregables con su respectivo análisis.

Al implementar BIM, en el modelado de las diferentes disciplinas se realiza la planificación desde una etapa inicial hasta la final con la finalidad de obtener el cronograma de construcción que nos permite obtener una estimación de costos de construcción más efectiva, esto lo llamamos BIM 5D.

Capítulo 4: EIR – Requerimientos de Información del Empleador

4.1.- Introducción

El EIR (Employer's Information Requirement - por sus siglas en inglés) es el documento inicial para la implementación de la metodología BIM en proyectos de construcción, es una guía detallada que contempla todos los requisitos y expectativas respecto al uso de la metodología BIM a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

El EIR se entiende como un contrato digital que define cómo se llevará a cabo la colaboración, el intercambio de información y la gestión de datos de un proyecto, este contrato contiene una amplia gama de información, desde los objetivos y alcances del proyecto hasta los protocolos para el intercambio de modelos y datos, este documento establece las reglas de juego de la implementación de la metodología BIM en el proyecto.

El EIR generalmente contiene los siguientes elementos:

- Nombre del contratista.
- Descripción resumida del proyecto
- Integrantes y roles
- Objetivos generales BIM
- Objetivos específicos BIM
- Usos BIM del proyecto
- Plan de entregas de la información
- Plantilla del proyecto BIM
- Niveles de detalle (LOD)
- Plantilla de biblioteca de objetos BIM
- Protocolo de intercambio de la información de construcción
- Protocolo de gestión de la información de la construcción
- Requisitos de responsabilidad
- Protocolo de coordinación BIM
- Estándares de calidad
- Eficiencia energética
- Planificación del proyecto
- Posibles softwares para utilizar
- Entregables

La implementación del EIR en un proyecto es primordial para una correcta aplicación de la metodología BIM a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

En la etapa inicial del proyecto se definen los objetivos específicos del proyecto y los requisitos para implementar la metodología BIM, en colaboración con los stakeholders clave del proyecto, como son los profesionales multidisciplinares que participarán en el mismo.

En el EIR, se describen los objetivos del proyecto en relación a la aplicación directa de la metodología BIM, el alcance que tendrá el proyecto, los usos BIM que se requerirán en el proyecto conforme a los entregables del mismo y durante las fases que abarque el mismo.

A fin de que exista un flujo adecuado de información, se establecen en el EIR, los protocolos de intercambio de información entre las partes, el tipo de archivos a utilizarse conforme a los usos BIM que vayan a darse, la manera de intercambiar información y la periodicidad que deberá tener la misma, de manera que el flujo de información entre todas las partes involucradas, sea coherente, oportuna y precisa. Importante también indicar que, en el EIR, quedarán establecidos los diferentes roles y responsabilidades que tendrá cada miembro del equipo, de manera que cada integrante tenga conocimiento del papel a desempeñar y de esa manera se eviten reprocesos. Respecto a los modelos y la información digital que se deberá entregar, se debe dejar sentado en el EIR, el Nivel de Desarrollo que los modelos deberán tener en cada etapa del proyecto. Para el caso específico de este proyecto académico, se deberá alcanzar el LOD 300, que implica la entrega de planos, detalles constructivos e información que permitan la construcción posterior del proyecto.

En el EIR, se establecen además los flujos de trabajo que se darán en el proyecto y la frecuencia y modalidad de las reuniones que se llevarán a cabo tanto con la coordinación como con la gerencia de proyecto BIM, garantizando una comunicación efectiva y fluida entre el equipo de trabajo.

A fin de tener trazabilidad en el proyecto, se definen en el EIR las herramientas informáticas a utilizarse en el proyecto, de manera que el trabajo colaborativo pueda llevarse a cabo con total eficacia en su proceso.

Respecto a la gestión de los cambios, en el EIR se debería establecer la manera de recibir una solicitud de cambio, la manera de gestionarlo y de esta manera llevar un control eficaz de las modificaciones realizadas a lo largo del proyecto.

En resumen, el EIR es un documento que establece las directrices y protocolos que se deberán llevar a cabo en los proyectos a fin de aplicar de manera correcta la metodología BIM, logrando de esta manera un trabajo colaborativo coherente, ordenado, claro que permitirá al equipo de trabajo la consecución de los objetivos que plantea el proyecto.

4.2.- EIR para el Centro Intercultural Modular

El EIR , contrato entre las partes relacionadas, para el desarrollo del Centro Intercultural Modular se detalla a continuación el contenido del mismo, su totalidad esta incluida en el Anexo A del presente documento.

Contenido

1. Nombre del grupo:	4
2. Descripción de su proyecto: Explicación de su proyecto e intención aplicada al BIM 4	
3. Integrantes y Roles: Datos completos de cada participante incluir teléfono	5
4. Objetivos Generales BIM (General y tres específicos)	5
5. Objetivos específicos BIM (mínimo 3 - prioridad)	5
6. Usos BIM del proyecto:.....	5
7. Plan de entregas de información (Information Delivery Plan - IDP): Es un documento que establece los plazos y formatos de entrega de la información requerida en el proyecto. (Tabla de entregables y formatos).....	6
8. Plantilla de proyecto BIM (BIM Project Template): Es una plantilla que establece las configuraciones y normas de modelado para un proyecto de construcción en BIM. La plantilla incluye información como las capas de dibujo, la geometría, la nomenclatura y otros detalles necesarios para unificar el proceso de modelado.	6
9. Niveles de detalle (Level of Detail - LOD): Son los niveles de detalle y precisión geométrica requeridos para los modelos en diferentes etapas del proyecto.....	8
10. Plantilla de biblioteca de objetos BIM (BIM Object Library Template): Es una plantilla que establece los requisitos y formatos para la creación y almacenamiento de objetos BIM. La plantilla incluye información como la geometría, la nomenclatura, los atributos y otros detalles necesarios para la creación de objetos BIM estandarizados..	8
11. Protocolo de intercambio de información de construcción (Construction Information Exchange Protocol): Es un protocolo que establece los formatos y requisitos para la entrega de información en un proyecto BIM. Los protocolos se utilizan para intercambiar información sobre las características y propiedades de los componentes del edificio.....	8
12. Protocolo de Gestión de la Información de la Construcción (Construction Information Management Protocol - CIMP): Es un protocolo que establece los requisitos de gestión de la información en un proyecto BIM. CIMP establece los procedimientos y herramientas necesarios para la gestión de la información a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto.	10
13. Requisitos de responsabilidad (Responsibility Requirements): Son los requisitos para la asignación de responsabilidades en la entrega de información y en la coordinación del proyecto.	11
14. Protocolo de coordinación BIM (BIM Coordination Protocol): Es un protocolo que establece los procedimientos y herramientas necesarios para la coordinación de información entre diferentes partes interesadas en un proyecto BIM. El protocolo define los niveles de detalle y los plazos de entrega de información para garantizar la coordinación y colaboración efectiva en el proyecto.....	12
15. Estándares de calidad (Quality Standards): Son los estándares que se deben cumplir para garantizar la calidad y la precisión de la información entregada en el proyecto.	13

16. Eficiencia energética: BIM se puede utilizar para modelar y analizar la eficiencia energética de los edificios y así mejorar su desempeño energético.....	13
17. Planificación del proyecto: BIM se puede utilizar para optimizar la planificación del proyecto y reducir el tiempo y los costos de construcción, lo que puede reducir el impacto ambiental y social del proyecto.....	13
18. Posibles softwares para utilizar (Solo el ACC es solicitado por cliente).....	13
19. Entregables:.....	14
20. Conclusión.....	14
21. Firma de todos los maestrantes.....	14

CAPÍTULO 5: BEP -Plan de ejecución BIM

5.1.- Introducción

El BEP (BIM Execution Plan, por sus siglas en inglés) es un documento que establece las estrategias y procesos para la gestión y colaboración del proyecto en el entorno BIM, el objetivo de este documento es asegurar que todos los stakeholders comprendan cómo se utilizará la metodología BIM y el intercambio de información a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

El BEP influye tanto en los stakeholders externos como internos ya que es una hoja de ruta clara para la implementación de la metodología BIM en un proyecto.

El BEP generalmente contiene lo siguiente:

- Descripción del proyecto
- Nombre del contratista
- Integrantes y roles
- Estándares y protocolos de intercambio de información
- Plan de entregas de información
- Niveles de información (LOI)

- Protocolo de intercambio de la información de construcción
- Plantilla del proyecto BIM
- Protocolo de gestión de la información de la construcción
- Plantilla de biblioteca de objetos BIM
- Protocolo de coordinación BIM
- Requisitos de responsabilidad
- Estándares de calidad
- Eficiencia energética
- Planificación del proyecto
- Posibles softwares para utilizar

Dentro del proyecto la aplicación del BEP inicia con la entrega del mismo a los involucrados por parte del contratista para que se enteren de los alcances del proyecto y sus responsabilidades dentro del desarrollo del mismo, con este documento lo que se busca es que los involucrados cuenten con un documento guía para poder desarrollar sus trabajos de forma individual y obtener los avances estipulados en las entregas que también constan en el BEP.

Este documento guía permite que los involucrados tengan actividades definidas, fechas de entrega y consecución de actividades que permitan realizar el trabajo en forma coordinada.

El BEP también ayuda a generar la calidad de los trabajos de los involucrados ya que todos tienen un mismo formato de desarrollo de los documentos, manteniendo un esquema igual en todos los documentos generados, la codificación de los documentos

tiene una gran importancia ya que se genera un orden de ubicación de los documentos y esto facilita el control de documentos.

5.1.- Plan de ejecución BIM del Centro Intercultural Modular

El desarrollo completo del BEP para el Centro Intercultural Modular se muestra en los Anexos B y C del presente documento, a continuación se detalla el contenido de sus elementos.

Contenido

1. Descripción de su proyecto: Explicación de su proyecto e intención aplicada al BIM 1	
2. Número del Grupo y nombre del equipo:	1
3. Integrantes y Roles: Datos completos de cada participante incluir teléfono	1
4. Estándares y protocolos de intercambio de información (Information Exchange Standards and Protocols): Son los procedimientos y especificaciones técnicas utilizados para intercambiar información entre las partes interesadas del proyecto.	2
5. Plan de entregas de información (Information Delivery Plan - IDP): Es un documento que establece los plazos y formatos de entrega de la información requerida en el proyecto.	2
6. Niveles de información (Level of Information – LOI por disciplina): Son los niveles de detalle requeridos para la información entregada en el proyecto, y varían en función de la etapa del proyecto y el tipo de información.	4
7. Protocolo de intercambio de información de construcción (Construction Information Exchange Protocol): Es un protocolo que establece los formatos y requisitos para la entrega de información en un proyecto BIM. Los protocolos se utilizan para intercambiar información sobre las características y propiedades de los componentes del edificio.	4
8. Plantilla de proyecto BIM (BIM Project Template): Es una plantilla que establece las configuraciones y normas de modelado para un proyecto de construcción en BIM. La plantilla incluye información como las capas de dibujo, la geometría, la nomenclatura y otros detalles necesarios para unificar el proceso de modelado.	6
9. Protocolo de Gestión de la Información de la Construcción (Construction Information Management Protocol - CIMP). Es un protocolo que establece los requisitos de gestión de la información en un proyecto BIM. CIMP establece los procedimientos y herramientas necesarios para la gestión de la información a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto	12

10.	Plantilla de biblioteca de objetos BIM (BIM Object Library Template): Es una plantilla que establece los requisitos y formatos para la creación y almacenamiento de objetos BIM. La plantilla incluye información como la geometría, la nomenclatura, los atributos y otros detalles necesarios para la creación de objetos BIM estandarizados.	12
11.	Protocolo de coordinación BIM (BIM Coordination Protocol)	14
12.	Requisitos de responsabilidad (Responsibility Requirements): Son los requisitos para la asignación de responsabilidades en la entrega de información y en la coordinación del proyecto.....	15
13.	Estándares de calidad (Quality Standards): Son los estándares que se deben cumplir para garantizar la calidad y la precisión de la información entregada en el proyecto.....	15
14.	Eficiencia energética: BIM se puede utilizar para modelar y analizar la eficiencia energética de los edificios y así mejorar su desempeño energético.....	16
15.	Planificación del proyecto: BIM se puede utilizar para optimizar la planificación del proyecto y reducir el tiempo y los costos de construcción, lo que puede reducir el impacto ambiental y social del proyecto.....	16
16.	Posible software a utilizar	16
17.	Conclusión de su propuesta.....	17

Capítulo 6: LIDER DE SOSTENIBILIDAD

6.1- Descripción del rol

El líder de sostenibilidad, designado por el BIM Manager, es el agente responsable de gestionar, coordinar y controlar los diferentes criterios que dan sostenibilidad al proyecto, para que las decisiones que se tomen a lo largo del desarrollo del mismo lo lleven a cumplir los objetivos de sostenibilidad planteados, según la naturaleza de cada proyecto, y detallados en el BEP.

6.2- Objetivos del Líder del equipo de sostenibilidad

Los objetivos del líder de sostenibilidad es proporcionar criterios y elementos técnicos a Coordinación, en lo que compete a estudios específicos de sostenibilidad se refiere. A través de la metodología BIM estos criterios técnicos puedan ponerse a disposición del equipo de arquitectura y otras ingenierías implicadas; para permitir el desarrollo arquitectónico del proyecto con criterios sostenibles.

Proponer y realizar los análisis necesarios que requiera el proyecto para obtener datos valorados de las mejoras sostenibles propuestas.

Otro de los objetivos propuestos por el equipo de sostenibilidad es proporcionar al Cliente y al Bim Manager datos técnico que permitan una toma de decisiones de los elementos del proyecto que le logren desarrollar los criterios de sostenibilidad en el mismo.

Dentro de los objetivos específicos de sostenibilidad se considera también la entrega de un presupuesto de los elementos necesarios para la instalación de las propuestas para mejoras sostenibles.

Mantener los flujos de trabajo establecidos por la metodología BIM, a través de los canales propuestos para beneficiarse de un trabajo colaborativo.

6.3- Responsabilidades del líder del equipo de sostenibilidad

- Alcanzar los objetivos de sostenibilidad propuestos en el BEP.
- Trabajar con el ECD propuesto por Coordinación y acatar las normas ISO19650 que establecen la organización dentro de la metodología BIM.
- Mantener los flujos de información hacia Coordinación respetando el protocolo establecido.

- Realizar los análisis de sostenibilidad requeridos para el proyecto.
- Analizar los resultados arrojados por los estudios y generar los informes de transmisión necesarios en el ACC.
- Proveer de datos técnicos y toda información necesaria para la toma de decisiones respecto a sostenibilidad en el desarrollo arquitectónico.
- Proponer estrategias para mejoramiento del proyecto en su desarrollo sostenible
- Realizar el modelo sostenible en el software previsto por Coordinación
- Coordinar el uso de materiales y verificar su pertinencia en cuanto a la sostenibilidad.
- Extraer información de los modelos BIM para cálculos energéticos.
- Desarrollar la información relativa a análisis climáticos, de asoleamiento e incidencia solar de proyecto.
- Desarrollar análisis de Luminancia interna del proyecto.
- Proponer estrategias para mejoramiento de la sensación térmica en los espacios internos para los usuarios de proyecto.
- Realizar el estudio de eficiencia energética para el proyecto.

6.4- Flujo de trabajo

6.4.1- Transmisión de la información

El flujo de trabajo para el líder de sostenibilidad se rige a la estructura de la metodología BIM, tiene como objetivo mostrar el procedimiento de trabajo que se utiliza en los distintos momentos del proyecto.

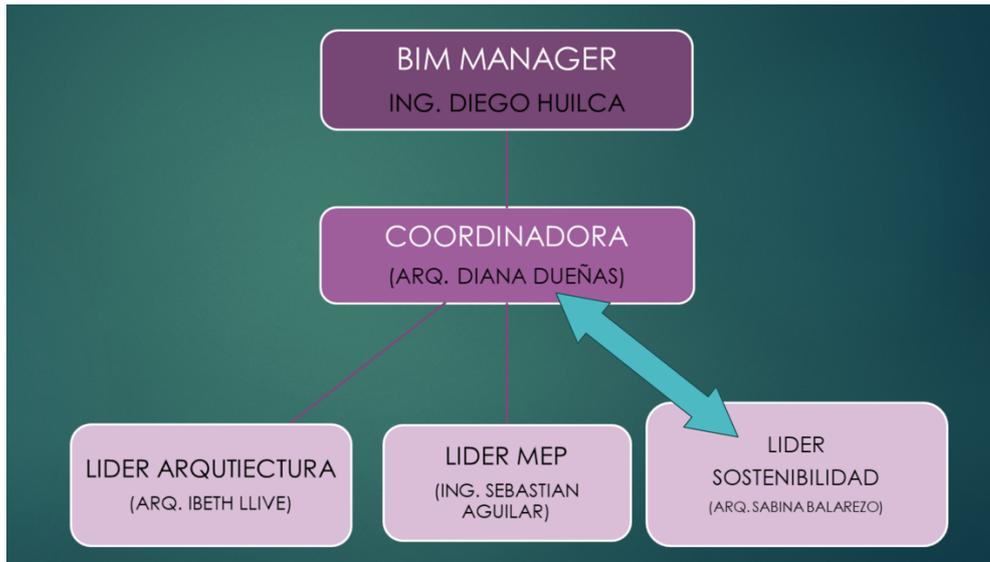


Figura17.- Organigrama de la estructura BIM

Fuente: Realización Autor

Para un desarrollo más oportuno y fluido de las capacidades de las medidas de sostenibilidad propuestas, se recomienda la implicación del líder de sostenibilidad desde fases tempranas en apoyo al diseño para el equipo de arquitectura.

La transmisión de información se realiza mediante el Entorno Común de Datos o plataforma propuesta para el proyecto y se envía a Coordinación.

6.4.1- Flujo Inicial de trabajo

Este flujo inicial se da en las primeras fases del proyecto. El equipo de Sostenibilidad recibe la información necesaria según los requerimientos especificados en el BEP. En este estudio esta información está concentrada en el modelo e implantación del anteproyecto propuesto para el CIM, así como los requerimientos de sostenibilidad descritos en el BEP.

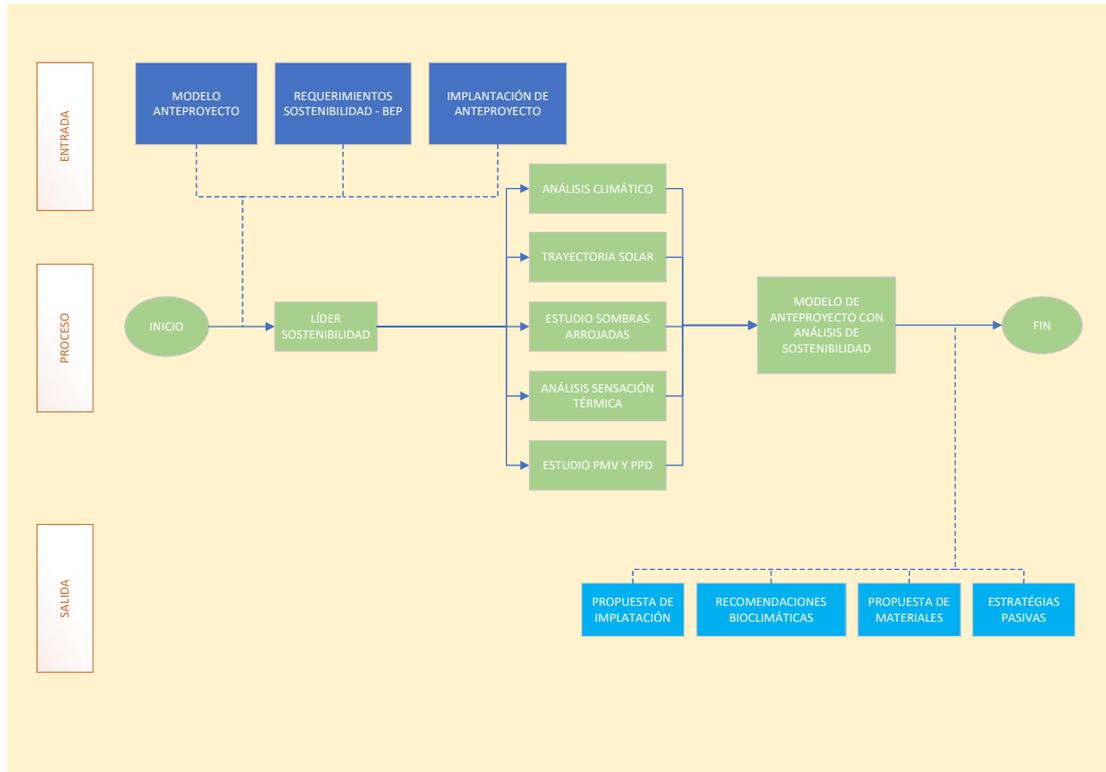


Figura18.- Flujo Inicial de trabajo.

Fuente: Autor

El proceso inicial requiere los estudios climatológicos base: Desarrollar la información relativa a:

- Análisis climáticos del sector, lo que se refiere a Temperaturas medias anuales, proveniencia y fuerza del vientos, humedad relativa.
- Trayectoria Solar en referencia a la implantación de anteproyecto prevista.
- Asoleamiento de las fachadas del proyecto.
- Sombras Arrojadadas hacia las areas externas e incidencias en sus actividades.
- Estudio de la sensación térmica en las áreas internas del proyecto, gracias a los estudios PMV (Voto Medio Predictivo) y PPD (Porcentaje Posible de Insatisfechos)

Los entregables están definidos por los estudios realizados. Así en el caso del CIM:

- Propuesta de Implantación, es un resultado transversal de todos los estudios realizados donde se prevé la localización ideal para cada área según su uso y funcionalidad en relación a la trayectoria solar y el asoleamiento.
- Las estrategias Bioclimas permiten aprovechar los recursos naturales de la implantación del proyecto para la mejora del confort interno y reducir el consumo de energía.
- Propuesta de materialidad para el proyecto en relación a los diferentes usos de los contenedores.
- Estrategias pasivas que se apliquen directamente al diseño arquitectónico para evitar el sobrecalentamiento o la luminosidad excesiva

Este flujo inicial al presentar los primeros resultados tiene un sentido único, entienda que no tiene momentos de decisión donde se requiere volver a hacer estudios, es el primer aporte con el que se pueden tomar decisiones, propias del equipo de arquitectura.

6.4.2- Flujo Final de trabajo

El flujo final de trabajo se da cuando el modelo arquitectónico y su implantación están definidos y son definitivos. Este flujo requiere recibir el modelo arquitectónico y su implantación definitiva, así como los requerimientos de sostenibilidad previstos en el BEP.

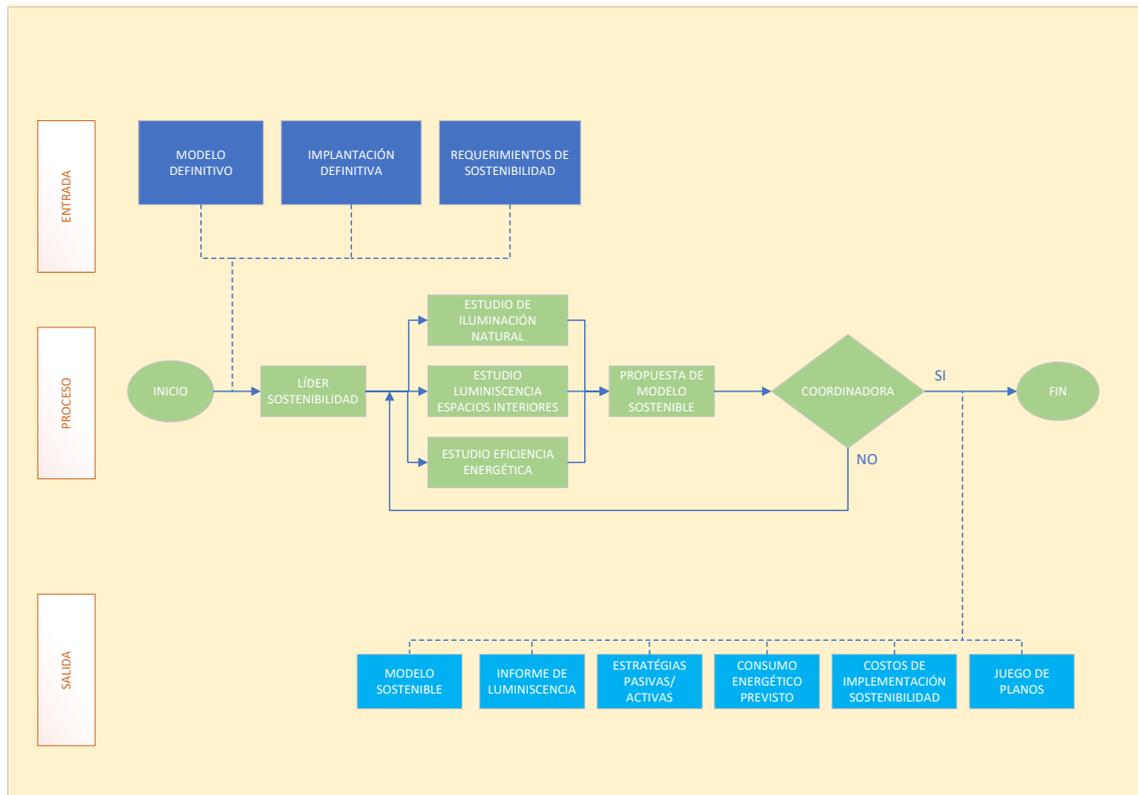


Figura19.- Flujo final de trabajo.

Fuente: Autor

Se da inicio al proceso con los estudios de Iluminación natural con las áreas escogidas del proyecto debido a su necesidad de una buena iluminación. A partir de los resultados y vistas obtenidas se escoge los espacios que se presenten un posible conflicto con la iluminación para hacer un estudio de luminiscencia sobre esta área.

De estos estudios se realiza un informe y se propone ciertos cambios posibles en arquitectura para mejorar el nivel de iluminación. El informe es transmitido a Coordinación a través del ECD y según el desarrollo del diseño arquitectónico se recibe a través de Coordinación los cambios aceptados.

De estos cambios se procede a efectuar el segundo estudio de iluminación natural y Luminiscencia con las áreas requeridas. En general las nuevas medidas son suficientes para generar mejoras; si este no fuera el caso se vuelve al proceso de búsqueda en arquitectura bioclimáticas para generar cambios importantes.

Una vez analizado esto se procede a la verificación de elementos pasivos y si se requiere la instalación de elementos activos. Entendiéndose por elementos activos aquellos que produzcan o consuman energía, en el caso del CIM se prevé el uso de paneles fotovoltaicos en los techos de los dos contenedores de la segunda planta.

Todos estos estudios realizados proponen modificaciones o incorporación de elementos que deben hacerse al modelo arquitectónico de base, por lo que hablamos de un modelo sostenible que incorpora estos cambios y que es un entregable de sostenibilidad.

Un punto muy importante es el estudio de Eficiencia Energética del proyecto, que toma en cuenta todos los elementos incorporados al modelo arquitectónico. De este resultado global; gracias a la aplicación del software se puede verificar los componentes y sus características para poder valorar cuáles son los elementos que generan más consumo o ahorro de energía en el proyecto.

Este estudio genera el consumo eléctrico anual previsto para el proyecto, que viene a ser uno de los entregables. Otro de los entregables son los informes de iluminación natural y luminiscencia de las áreas señaladas.

El ultimo entregable son los Costos de implementación de todos los elementos de sostenibilidad incluidos en el modelo sostenible.

6.5- Procesos Colaborativos

6.5.3- Gestión del Entorno Común de Datos ECD

El flujo de trabajo se realiza mediante el Entorno Común de Datos (ECD), determinado y manejado por la Coordinación, . El ECD es un software para una plataforma colaborativa que permite el intercambio de información, en donde se clasifica la información en carpetas según la norma ISO 19650-1 y se generan accesos a la misma según la responsabilidad de cada participante. En este estudio se trabaja con el Autodesk Construction Cloud (ACC).

Este entorno común de datos, contiene varias carpetas de información compartida con el departamento de sostenibilidad; donde se pueden buscar la información auditada por Coordinación, como los modelos arquitectónicos, implantaciones u otra información. A su vez se depositan en otra carpeta especificada los elementos o archivos que resulten de los estudios.

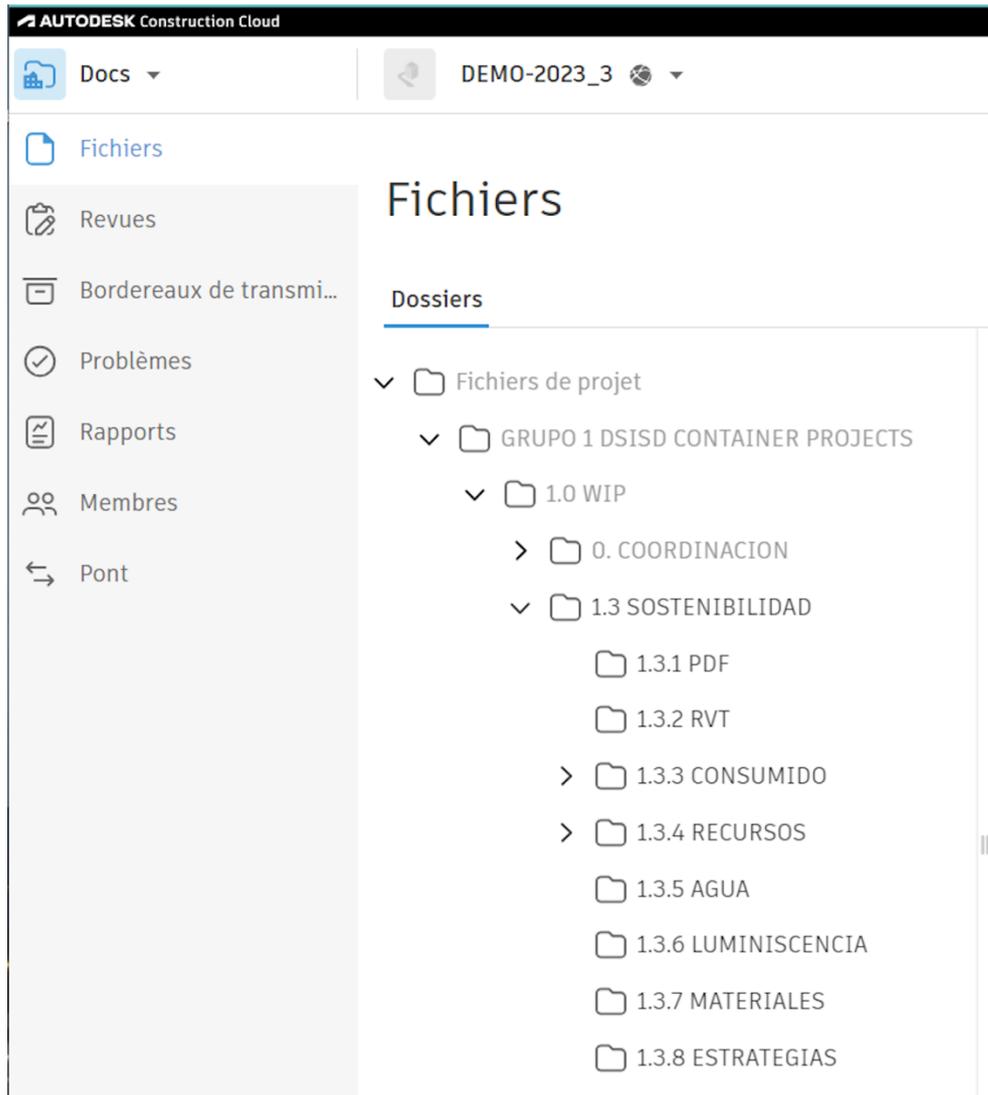


Figura20.- Estructura de carpetas para Sostenibilidad

Fuente: Autor

6.4.5- Coordinación interdisciplinar

La coordinación interdisciplinar es manejada exclusivamente a través de la Coordinación.

La información arquitectónica requerida se recibe a través del ECD directamente de Coordinación. Los resultados arrojados de los diferentes estudios y cálculos realizados son transferidos a Coordinación mediante ECD a través de un documento de transmisión (transmital) y depositados en la carpeta correspondiente.

Este informe de transmisión hacia coordinación es, no solo la constancia de entrega, sino también es un elemento legal que permite diferenciar los documentos que están listos para ser compartidos o pueden ser publicados hacia otros actores.

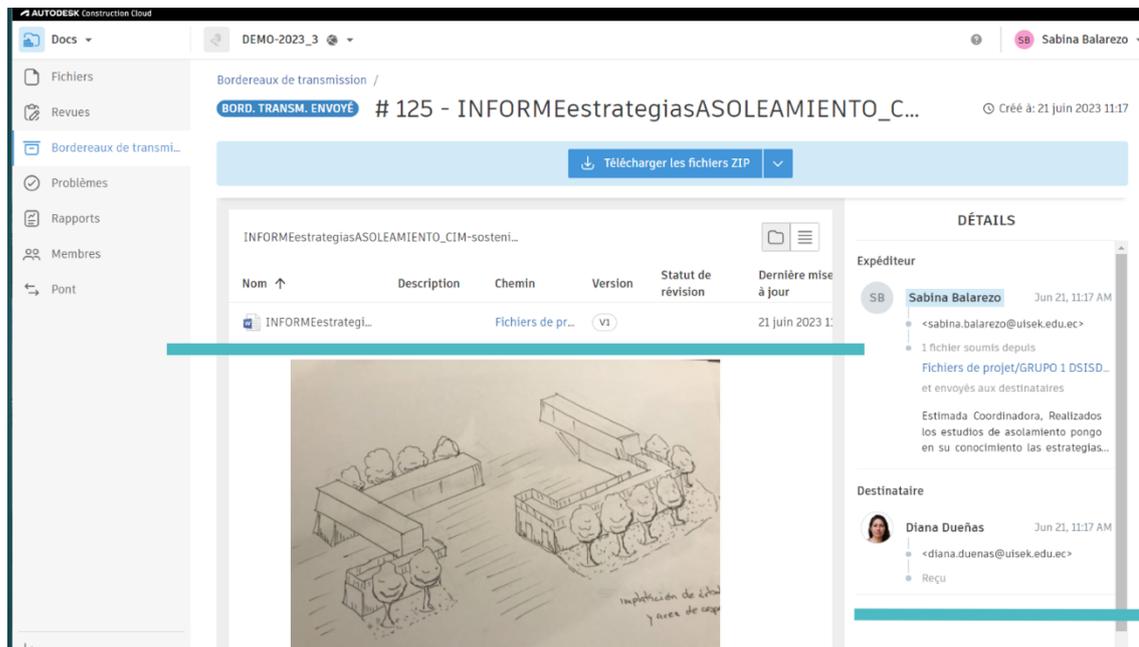


Figura21.- Transmisión para la implementación de zonas verdes.

Fuente: Autor

Luego de su conocimiento y aprobación por parte de Coordinación, esta información es compartida con las otras disciplinas, por Coordinación y a través del ECD.

6.4.4- Flujos de auditoría de los criterios de sostenibilidad.

Después de recibidos los modelos, que ya incluyen las proposiciones y estrategias planteadas por Sostenibilidad, Coordinación realiza una auditoría tanto del modelo y sus correspondientes elementos y fichas técnicas; así como de las tablas generadas en el modelo para corroborar los elementos o estrategias utilizadas.

Los resultados, correcciones y/o conclusiones de dicha auditoria se comparte en un documento escrito a través del ECD por Coordinación. En caso de ser necesario se corrigen lo necesario y se vuelve a integrar el proceso normal de entrega del informe de transmisión.

5.4.6- Generación de incidencias en ECD

La generación de incidencias puede darse en varias partes del proceso de trabajo, pero se lo realiza siempre a través del CDE determinado, hacia coordinación y puede tener varios observadores; según corresponda. Estas incidencias son archivos que están nombrados y clasificados según el proceso indicado por coordinación.

The screenshot displays the Autodesk Construction Cloud interface. On the left, a navigation menu includes 'Fichiers', 'Revue', 'Bordereaux de transmi...', 'Problèmes', 'Rapports', 'Membres', and 'Pont'. The main area shows a list of 'Problèmes' with columns for 'Titre', 'ID', 'Statut', 'Type', and 'Attribué à'. The row for 'MATERIALES' (ID #275) is highlighted. A right-hand panel provides details for 'Problème n° 275', including its title, status (Ouvert), type (Coordination), and description: 'Adjunto según pedido de coordinación el listado de materiales con precios para el módulo de teatro. CONTROLAR CAMBIO EN TIPO DE MADERA para piso debido a que las empresas no tiene disponibilidad.' The 'Observateurs' section lists 'Ibeth Llve' and 'Diego Huilca'.

Titre	ID	Statut	Type	Attribué à
VERIFICACION	#281	Ouvert	Design	Diana Dueñas
General	#280	Fermé	General	Diego Huilca
MATERIALES	#275	Ouvert	Coordinat...	Ibeth Llve
Commissioning	#260	Fermé	Commissi...	Sabina Balarezo
Commissioning	#258	Ouvert	Commissi...	Ibeth Llve
modelo arquitectura	#248	Ouvert	Coordinat...	Diana Dueñas
pedido de CITA para definición de en...	#230	Fermé	Coordinat...	Diana Dueñas
Design	#194	Fermé	Design	Sebastian Agulla
Commissioning	#193	Fermé	Design	Ibeth Llve
Commissioning	#94	Fermé	Coordinat...	-

Figura22.- Incidencia sobre los materiales.

Fuente: Autor

6.6- Entregables

Los entregables para el equipo de Sostenibilidad están definidos desde el inicio del proceso en el BEP; estos dependerán del grado de implicación que sea pedido en cada proyecto. Este requerimiento puede variar desde una colaboración paralela a partir del nivel de anteproyecto, como puede ser también mejoras puntuales a una edificación ya construida.

6.6.1.- Entregables del MODELO BASE

En el caso del Centro Intercultural Modular en el que el desarrollo sostenible ha sido completo desde el inicio del proyecto. Los entregables para esta fase serán todos aquellos que permiten comprender comportamiento del clima en el lugar del proyecto. De la implantación de base podremos también deducir en que lugares habrá más sombras, vientos más fuertes; elementos con los que se necesita trabajar para una propuesta global.

Los entregables para el CIM son:

- Estudio climatológico del sector
- Trayectoria solar para el proyecto
- Estudio de asoleamiento y sombras arrojadas
- Análisis de sensación térmica, estudio de PPD y PMV
- Propuesta de Implantación según estudio de asoleamiento
- Recomendaciones en arquitectura bioclimática a partir del estudio de clima

6.6.2.- Entregables del MODELO SOSTENIBLE

Para la fase final se propone un modelo sostenible y se requieren varios entregables que apoyan los criterios establecidos.

- Análisis de iluminación natural
- Estudio de Luminiscencia espacios interiores
- Consolidación de materiales
- Descriptivo de estrategias pasivas
- Análisis de eficiencia energética
- Costos de implementación
- El archivo Revit del Modelo Sostenible
- El archivo del presupuesto, en el software utilizado Cost-it enlazado al archivo del modelo Revit.
- Juegos de planos profesionales del modelo sostenible.

6.7- Desarrollo del Rol

El desarrollo del rol de Líder de sostenibilidad, pasa por la realización de los estudios previstos, su análisis y la comunicación de sus implicaciones en el proyecto. El líder de sostenibilidad utiliza los softwares que le son necesarios para el desarrollo de los estudios previstos a condición de poder usar el modelo propuesto para el proyecto.

6.7.1- Estudios Fase Inicial

El primer paso en cuanto a la sostenibilidad se da al comprender el análisis climático de la implantación del proyecto, en este caso se trata del Sector de Calderón, en Quito,

En el cuadro pluviométrico, a continuación, se distingue la zona de Calderón con el código correspondiente a MO345 donde se integran los valores pluviométricos mensuales dados por el INAMHI. Aquí destacamos como promedio anual de la zona 847mm/m2 con grandes diferencias entre abril, junio y octubre.

142 Anuario Meteorológico N° 53-2013

Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología

VALORES PLUVIOMETRICOS MENSUALES 2013 (mm)

CODIGO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL ANUAL	Máxima en 24 Hrs	Fecha	Número de días
M0314	25.6	96.7		47.0	130.3	0.1	35.4	20.2	6.8	45.2	33.4	21.2				
M0315	21.8	145.9	24.4	51.1	93.7	18.4	48.3	11.6	15.0	41.7	37.1	31.2	540.2	30.7	13-feb	78
M0317			44.6	86.0	111.8	3.8	10.7	16.1	13.2	134.2	84.9	84.5				
M0318	146.3	218.2	149.9	172.8	218.3	20.4	12.0	12.5	11.4	130.2	98.0	107.0	1297.0	49.1	8-feb	125
M0321	51.0	129.7	90.8	79.9	141.0	0.2	2.1	12.3	11.1	84.6	78.3	20.1	701.1	38.1	16-mar	108
M0324	45.5	186.8	38.5	70.4	148.0	38.2	146.0	53.0	40.2	69.7	102.1	40.6	979.0	36.9	11-feb	106
M0325	225.1	227.6	233.8	183.0	199.7	19.5	25.1	38.8	6.9	85.7	35.4	101.3	1381.9	66.6	22-mar	174
M0326	212.0	256.2	244.2	144.4	317.6	12.7	18.8	32.6	17.6	105.8	78.2	101.3	1541.4	79.6	14-feb	188
M0327	341.7	155.8	328.3	225.9	215.8	24.6	15.9	0.0	12.9							
M0328	67.4	221.0	38.6	92.7			8.1	37.3	10.2	90.1	136.8	85.2				
M0335	87.0	239.9	108.8	153.2	139.8	3.5	0.0	11.3	32.2	185.3	52.0	87.5	1100.5	63.0	4-feb	91
M0337	62.9	187.1	92.4	49.9	195.8	1.0	5.7	24.5	15.0	159.1	73.6	109.6	976.6	42.4	11-feb	112
M0339	309.7	388.1	230.3	244.9	305.8	48.3	57.1	55.8	92.9	109.5	20.4	172.1	2034.9	59.8	27-may	233
M0343	9.4	48.9	20.3	38.5	67.6	0.0	0.8	2.8	6.1	36.8	0.4	11.6	243.2	23.3	4-may	52
M0344	26.6	167.3	99.1	56.4	122.3	2.5	0.0	0.0		25.2	49.9	19.8				
M0345	44.2	83.1	72.1	333.1	72.6	0.0	0.3	14.0	32.6	142.2	18.8	34.0	847.0			
M0346	31.7	130.1	44.7	100.2	88.9	0.0	2.9	5.5	29.9	78.7	29.4	58.0	600.0			
M0348	427.8	649.1	506.9	601.8	233.9	127.3	31.9	36.6	16.7	56.2	3.4	100.8	2792.4	86.3	17-abr	192
M0353	141.4	182.7	4.3	235.9	141.2	0.0	0.0	55.6	0.0	102.9	109.9	128.4	1102.3			

Tabla2.-Datos pluviométricos mensuales, Calderón.

Fuente: Anuario Meteorológico 2000, INAMHI

Para mayor precisión en el detalle de las temperaturas durante del año, se recurrió al archivo climatológico de Calderón (Calderonhour.epw) con el que se puede hacer uso del software Climate Consultant así como el desarrollado por Andrew Marsh, y obtener las graficas del clima en la zona. A continuación, se presentan los resultados más relevantes. La extensión de los analisis realizados se encuentran expuestos en el Anexo D del presente documento.

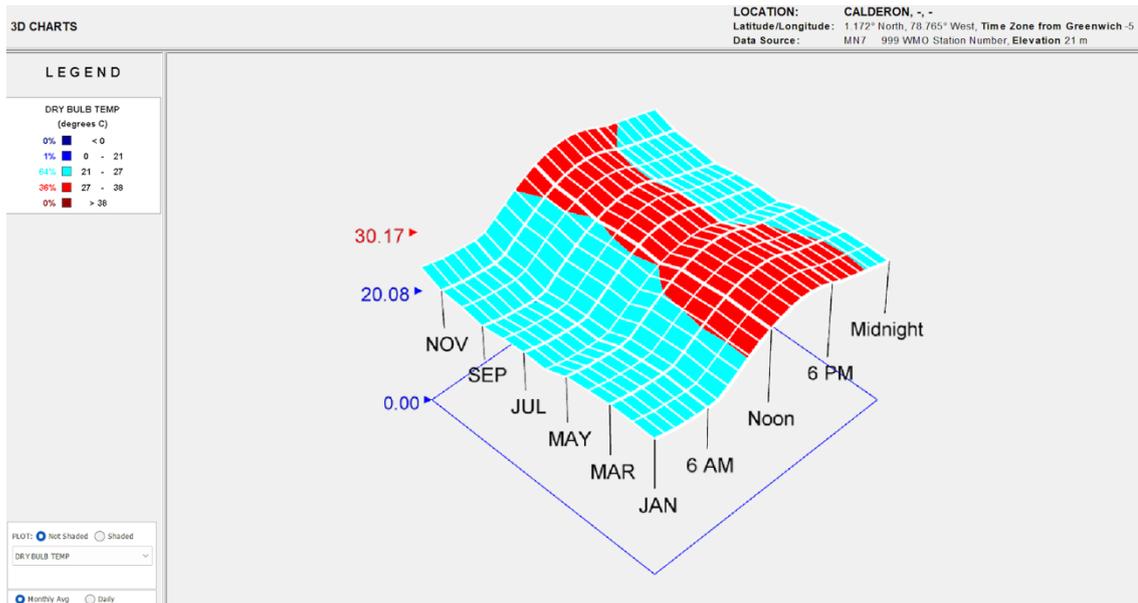


Figura24.- Temperaturas promedio Anuales por día
 Fuente: Elaboración propia- Climate Consultant.6

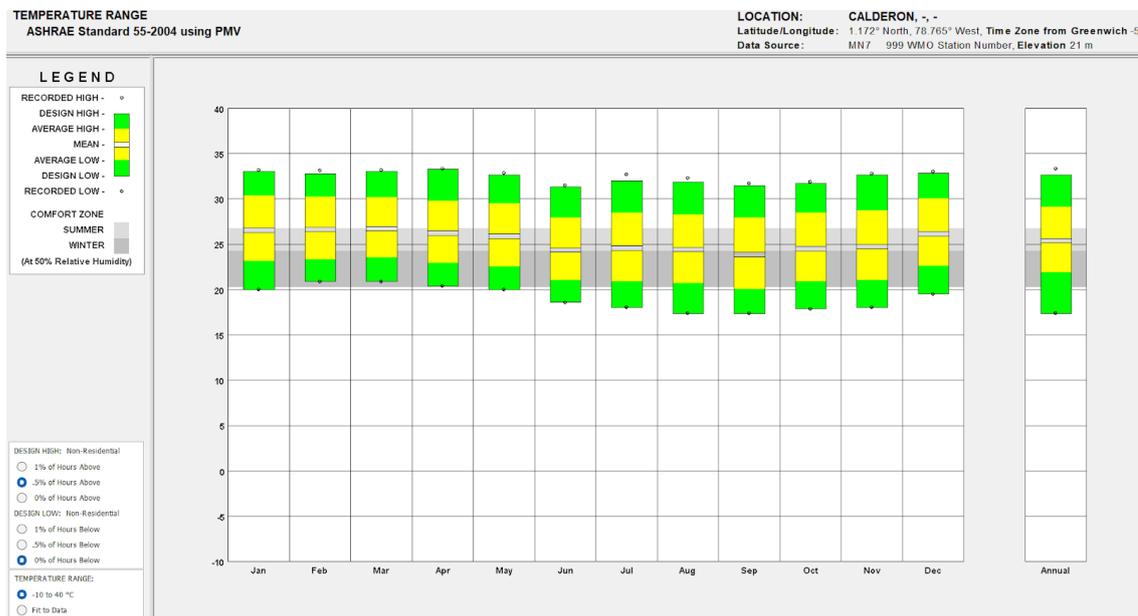


Figura25.- Rango de Temperaturas Promedio
 Fuente: Elaboración propia Climate Consultant.6

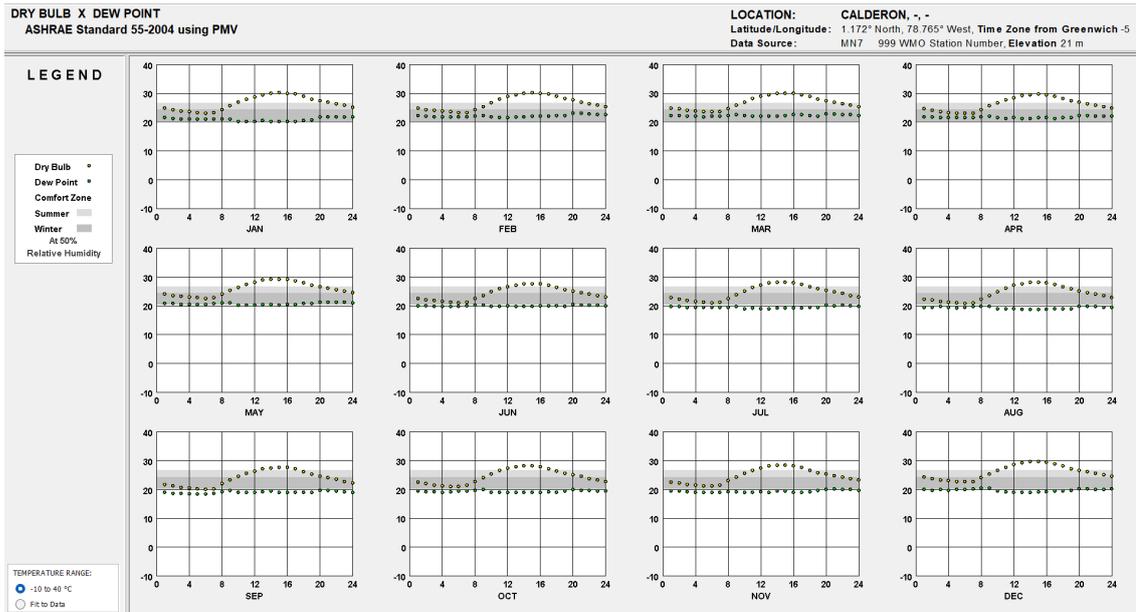


Figura26.- Rango de Temperaturas Promedio Mensuales por día
 Fuente: Elaboración propia, Climate Consultant.6

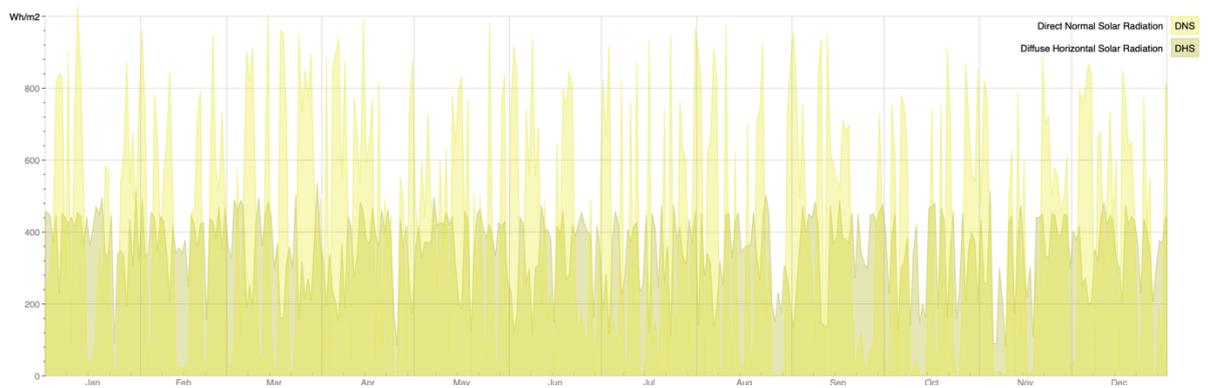


Figura27.- : Datos anuales de Irradiación Solar, Calderón.
 Fuente: Elaboración propia ,www.andrewmarsh.com

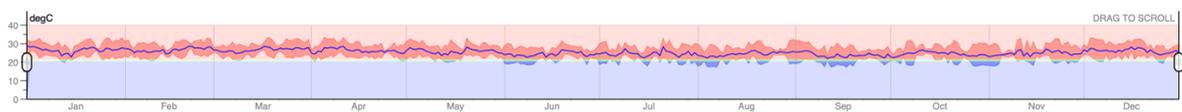


Figura28.- Datos anuales de temperaturas medias, Calderón.
 Fuente: Elaboración propia, www.andrewmarsh.com

Según los datos recolectados, el clima de Calderón se caracteriza por: temperaturas oscilantes entre 19° y 26°, vientos moderados provenientes del sur; con una velocidad de 2Km/h o 0,56m/s. Gran radiación solar y humedad relativa del 74.4%.

6.7.1.2.- Diagramas de trayectoria solar

La obtención del diagrama de la trayectoria Solar en 3D se obtiene desde un software que nos permite localizar el modelo del proyecto con su norte real, en la posición geográfica real, con coordenadas exactas de tal manera que se puede conocer el asoleamiento con el que cuenta el proyecto, esta visualización de las sombras sobre el proyecto nos permite la toma de decisiones sobre la implantación del mismo.

El software utilizado para definir la trayectoria solar el Centro Cultural Modular será el mismo que utilizado para modelado del proyecto, Revit 2023, ya que este permite una localización exacta del modelo y cuenta con esta aplicación.



Figura29.- Ubicación del proyecto en la Zona de Calderón

Fuente: google maps

En la figura precedente podemos ver que el proyecto está situado en la conjunción de varias avenidas principales frente a la circunvalación importante por lo que no presenta ninguna obstrucción de edificaciones en cuanto al asoleamiento. Es por esta razón que no se ha modelado el entorno construido al rededor del Centro Intercultural Modular.

Para el análisis de de la trayectoria solar se han tomado encuesta las tres fechas en el año mas representativas para poder extraer la información relevante en cuanto a la incidencia solar en el proyecto. Esas fechas estan repartidas en el año, son el 21 de marzo, 21 de junio, 21 de diciembre correspondientes al equinoccio de primavera, solsticio de verano, y el solticio de invierno. En cada fecha prevista la silumación se realiza a las 9 y 16 horas, que serían las horas de mayor incidencia solar sobre las fachadas y por ende mayor repercusión sobre la luminosidad dentro de los espacios así como el arroj de sombras en el exterior.

En nuestro país, debido a la posición perpendicular del sol al medio día, no se han realizado los diagramas de trayectoria solar en esta hora pero se ha estudiado su impacto en el proyecto, sobretodo en cuanto a las actividades exteriores.

Se presentan a continuación los gráficos obtenidos para el mes de diciembre. La extencion de las simulaciones realizados para el modelo Base se encuentran expuestos en el Anexo E del presente documento.

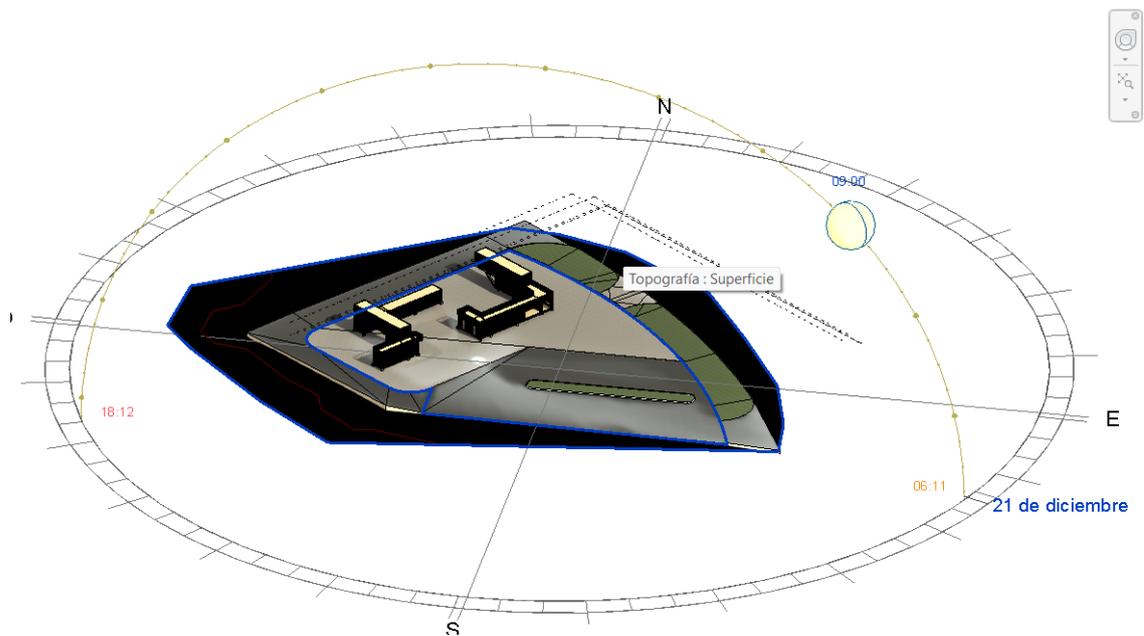


Figura30.- Trayectoria solar en Implantación, diciembre 9h.

Fuente: Autor Revit

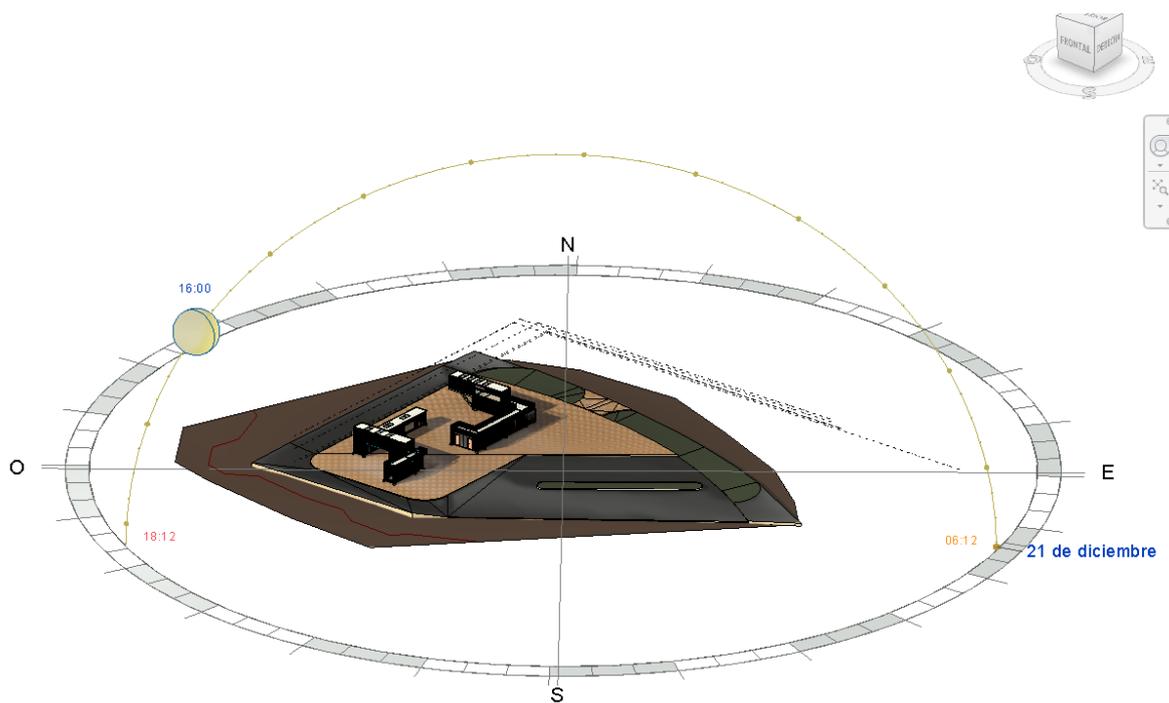


Figura31.- Trayectoria solar en Implantación, diciembre 16h.

Fuente: Autor Revit

Esta visualización sobre la implantación del proyecto nos permite determinar las fachadas más importantes para realizar posteriormente el estudio de asoleamiento. Este análisis realizado en momentos tempranos de proyecto, permite localizar los usos más apropiados para los diferentes contenedores según los requerimientos en los criterios de luminosidad.

Resultados del estudio trayectoria solar en la implantación CIM

Los gráficos de la trayectoria solar reflejan las fachadas nor-este y sur-oeste con la mayor exposición al sol; gracias a la interacción multidisciplinaria temprana, se pudo proponer las ubicaciones más acertadas para la implantación de los contenedores y sus usos. En el sentido norte-sur está propuesto para la implantación general del proyecto para aprovechar del asoleamiento en las fachadas.

Así, el contenedor de Teatro, que requiere el uso mínimo de luz, está ubicado en sentido Este-Oeste lo que permite tener las fachadas más pequeñas expuestas al sol.

Por otro lado se ha podido crear un espacio central en la interacción entre el restaurante y el contenedor de exposiciones, el mismo que está protegido de los vientos provenientes del sur y tomando en cuenta un asoleamiento a partir del medio día, condiciones ideales para la ubicación de las mesas del restaurante.

6.7.1.3.- Estudio del Asoleamiento

El estudio de asoleamiento se realizó a partir del modelo base entregado por Coordinación, este modelo debe estar orientado correctamente al norte real, ubicado precisamente en la localidad o ciudad correspondiente antes de proceder al estudio. Por razones de simplificación, se procede a estudiar 3 fechas más representativas en el año

respectivamente el equinoccio de primavera y los solsticios de verano et invierno, a las horas 9 y 16 horas para cada fecha.

A continuación, se muestran los resultados para marzo y diciembre solamente por su influencia en el proyecto. El conjunto de resultados obtenidos se puede ver en el Anexo F adjunto a este documento.



Figura32.- Asoleamiento: 21 marzo y 21 diciembre 9h.

Fuente: Estudio Solar Revit

El estudio solar muestra en la mañana mayor asoleamiento en las fachadas Este afectando las zonas de comedor en planta baja y la biblioteca, así como el área de exposiciones, las sombras arrojadas se encuentran sobre el área central del comedor.

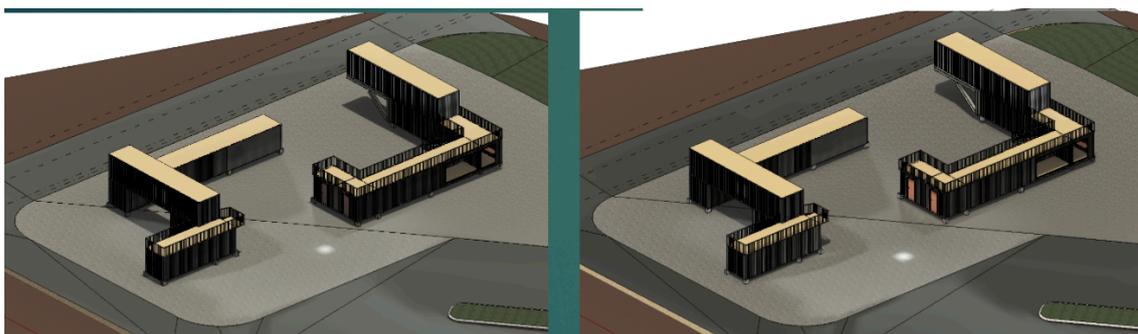


Figura33.- Asoleamiento: 21marzo y 21 diciembre, 12h.

Fuente: Estudio Solar Revit

Al medio día, la perpendicularidad de la ubicación del sol hace que las sombras arrojadas sean poco perceptibles en estos momentos y por lo tanto de poca incidencia sobre las fachadas, pero contrariamente las terrazas y techos tienen gran exposición.



Figura34.- Asoleamiento: 21 marzo y 21 diciembre 16h.

Fuente: Estudio Solar Revit

Las fachadas Oeste se benefician del sol en horas de la tarde, lo que es provechoso para uso del al área del comedor ubicada en el exterior, así como el comedor interior en la planta alta.

Resultados de asoleamiento en fachadas

Del estudio de asoleamiento se desprende la necesidad de realizar un estudio de iluminación natural mas preciso de algunos de los contenedores debido al asoleamiento directo que presentan las fachadas. Notaremos aquí las fachadas Este en la mañana incidentes sobre el contenedor de la biblioteca y las Fachadas Oeste en la tarde sobretodo el caso del comedor interior de la planta baja. Las mismas medidas requeridas para estas areas se podran considerar tanto para la Ludoteca como para el

comedor en la Planta Alta, debido a que presentan el mismo problema en cuanto al asoleamiento y los mismos usos.

6.7.4.- Estudio de Sensación Térmica

El estudio de sensación térmica, desarrollado en esta monografía, hace referencia a la Teoría del Balance Térmico estipulado por Fanger, que será determinada a través del uso del modelo para el Centro Intercultural Modular.

La norma ISO 7730 establece, a través del registro de bulbo seco y humedad relativa, que la temperatura adecuada para sentirse cómodo (confort térmico) en un ambiente debe estar dentro de estos rangos: “en verano: $23^{\circ} \pm 3^{\circ}$ hasta $24.5 \pm 1^{\circ}$ con una humedad relativa 60%, a su vez para invierno $19^{\circ} \pm 4^{\circ}$ hasta $22 \pm$ con el 40% de humedad relativa.”

Gracias a los Diagrama de Givoni, los gráficos Psicométricos y los índices de sensación térmica podremos evaluar esta apreciación de los usuarios en el proyecto.

Para este estudio se ha usado el software propuesto por Andrew Marsh ya que éste permite modificar diferentes variables propias al uso del CIM y muestra los índices valorados de confort térmico, que se explicaran más adelante.

- PMV (Predictive Mean Vote) Voto Medio Previsivo
- PPD (Predictive Percentage Dissatisfied) Porcentaje Previsto de insatisfechos.

Estos índices propuestos por Fanger 1973, se relacionan entre sí para ayudarnos a cuantificar la percepción del confort térmico, a través de la teoría del balance térmico.

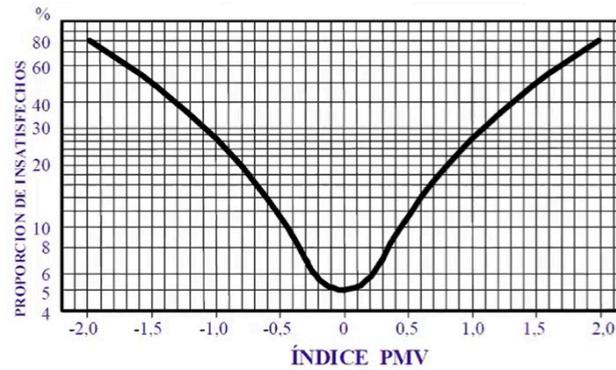
PMV (Voto Medio Previsivo): *“es un valor medio de los votos emitidos, por un grupo numeroso de personas respecto a una escala de sensación térmica de 7 niveles, basado en el equilibrio térmico del cuerpo humano. El equilibrio térmico se obtiene cuando la producción interna de calor del cuerpo es igual a su pérdida hacia el ambiente”*. A continuación, la escala refleja propuesta:

+ 3	Muy caluroso
+ 2	Caluroso
+ 1	Ligeramente caluroso
0	Neutro
- 1	Ligeramente fresco
- 2	Fresco
- 3	Frío

Tabla3.-Escala de sensación térmica

Fuente: Gustavo Vásquez, 2018, Sostenibilidad ambiental y certificación energética

PPD (Porcentaje Previsto de insatisfechos): *“es el valor medio de los votos sobre la sensación térmica que emitirá un grupo numeroso de personas sometidas al mismo ambiente. No obstante, los votos individuales están dispersos alrededor del valor medio, siendo útil el poder estimar el número de personas que, probablemente, sentirán incomodad debido al calor o al frío”*



índice PMV

Fuente: Gustavo Vásquez, 2018, Sostenibilidad ambiental y Certificación Energética

Estos índices nos permiten valorar la sensación térmica de los usuarios del proyecto, los resultados se muestran en porcentaje de usuarios que se sienten insatisfechos. *Se demuestra que el mejor resultado posible comporta la insatisfacción del 5% del grupo, por sofisticado que sea el sistema de acondicionamiento térmico del local(3).*

A continuación, se presenta el Diagrama Psicométrico que conjuga estos dos índices de confort térmico. Podremos, igual que en el precedente Diagrama de Givoni, distinguir la rejilla correspondiente al clima de Calderón y de forma sobrepuesta a este las bandas donde se establecen las zonas de sensación térmica, como referencia.

(3) Fanger, P.O. (1973) Thermal Comfort. McGraw-Hill Book Company, New York, 224 p

Los índices, ubicados a la izquierda de la gráfica, muestran un valor del PMV menor al 0.15 y PPD del 5% lo que nos deja ver que el clima del sector está dentro del rango del confort térmico.

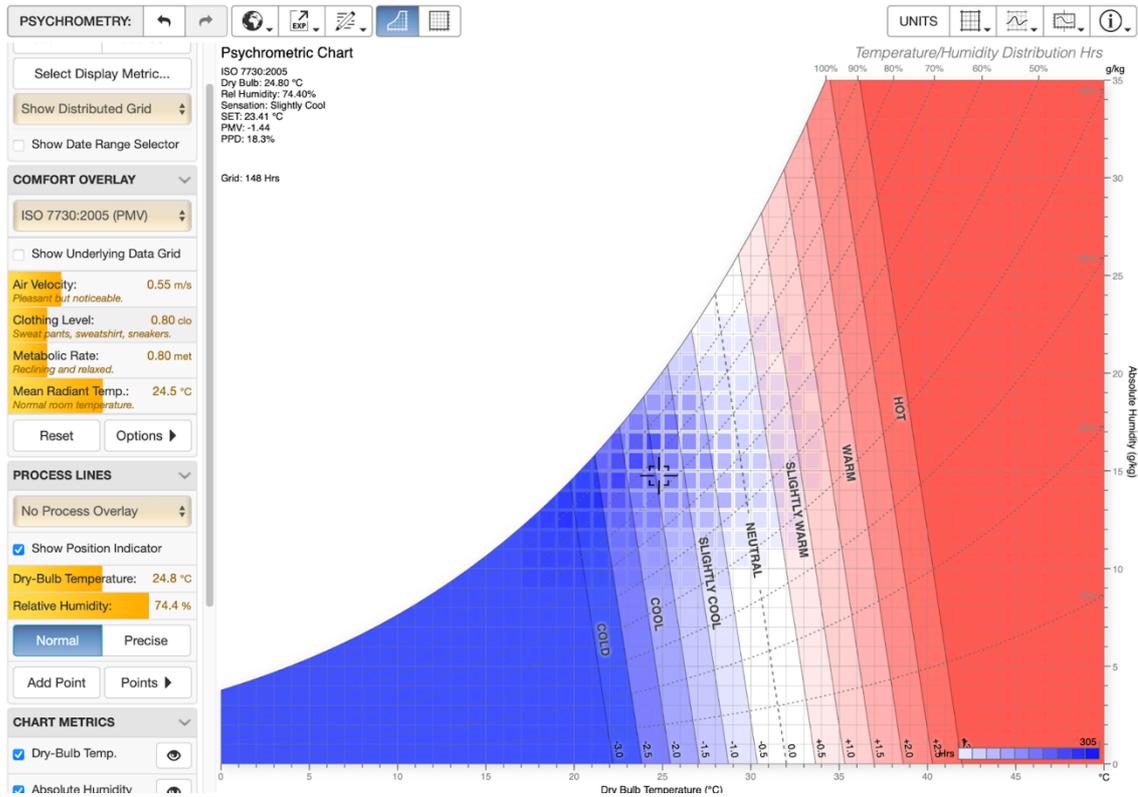


Figura37.- Psicométrico Modificado de Andrew Marsh - ISO 7730

Fuente: Autor

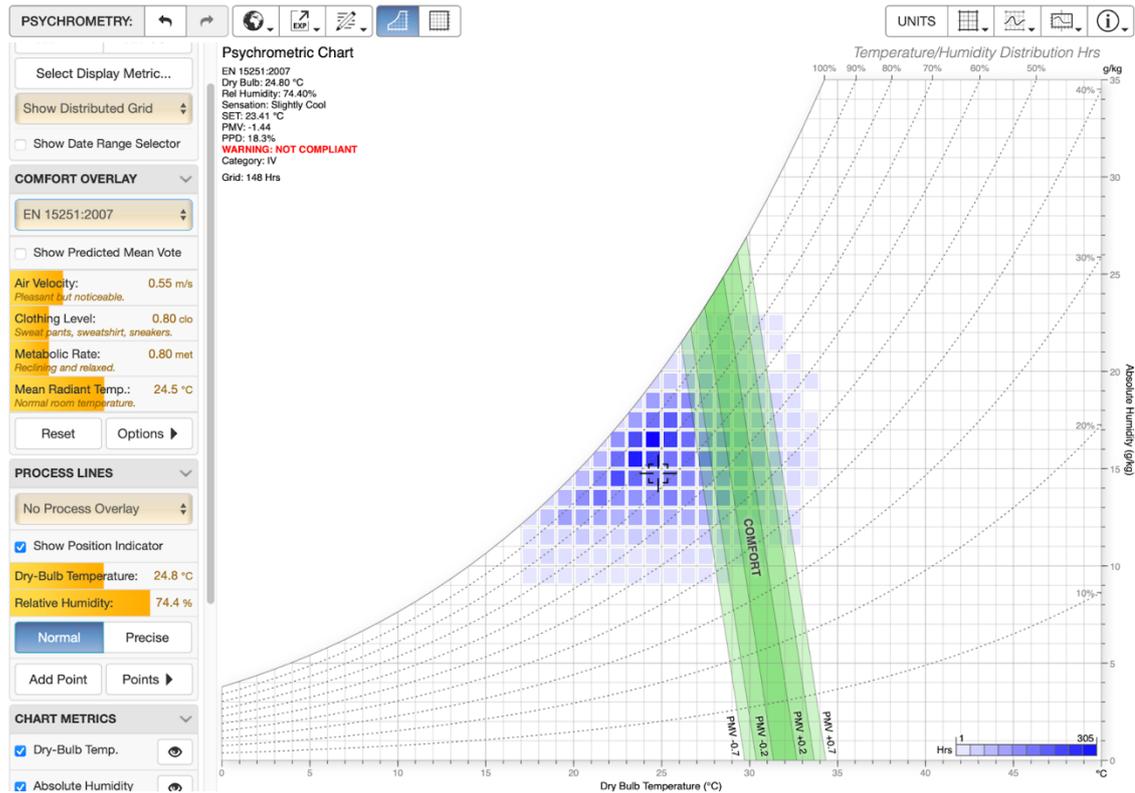


Figura38.- Psicométrico Modificado de Andrew Marsh - ISO 7730

Fuente: Autor

De los cuadros psicométricos precedentes se puede ver el PPD es mayor al 18,3% y el PPD ha subido al 1.44

con lo que se puede concluir que el rango de confort térmico es pequeño y será muy volátil.

Estrategias para mantener el confort térmico,

Según el análisis realizado, vemos que para el proyecto deberemos:

- usar estrategias de sombra para las horas de mayor incidencia solar.
- proporcionar un mejor confort térmico para las actividades sedentarias a través de poca aereación.

- aumentar la captación solar interna y la pasividad del calor de los contenedores en el interior de las superficies.

6.7.1.5.- Resultados de Estudios Fase Inicial

Los estudios realizados en fase inicial del proyecto permiten visualizar y cuantificar los resultados y acceder a criterios que corroboran o no la implantación propuesta.

Propuestas para la implantación y usos del Centro Intercultural Modular.

Dentro de la propuesta para implantación del proyecto se toma en cuenta varios aspectos. De un lado el asoleamiento de las fachadas Este y Oeste donde se producirá la mayor incidencia solar, lo que permite proponer el área de comedor exterior ubicado hacia el Oeste del proyecto para que reciba sol a partir del mediodía y la tarde que empata con el uso más frecuente del comedor. En este mismo sentido se ubicaría el teatro con las fachadas más pequeñas con exposición Este-Oeste, ya que aquí contrariamente a la biblioteca y ludoteca se necesita la mayor obscuridad posible.

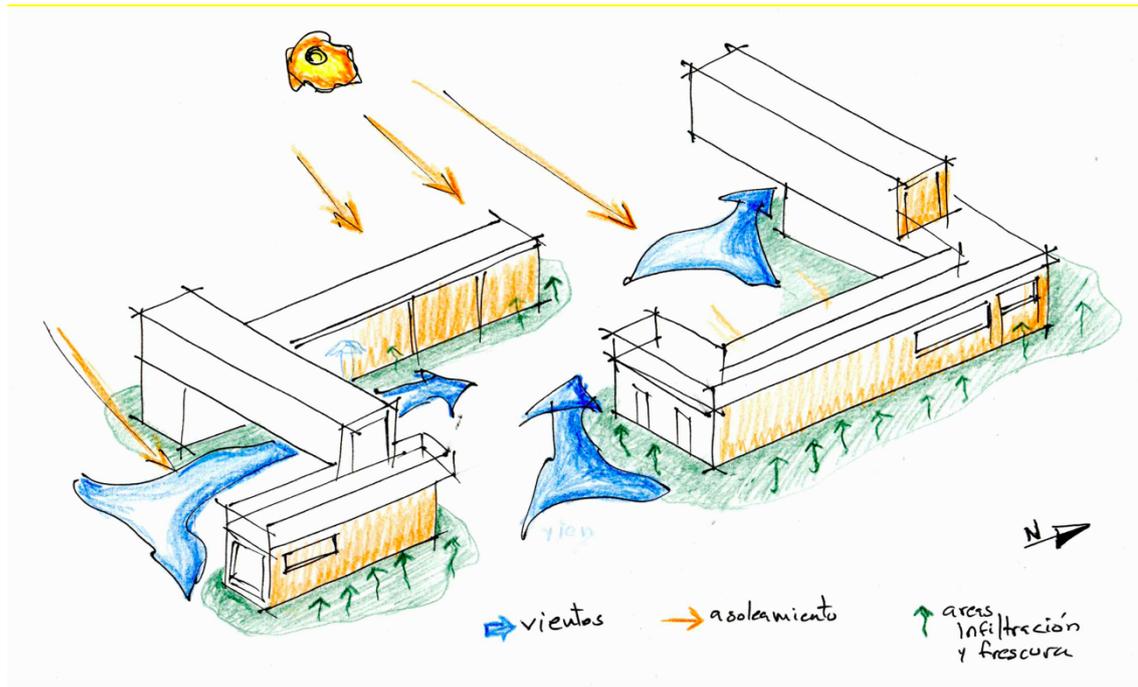


Figura39.- Análisis implantación CIM.

Fuente: Autor

Se analizan también la proveniencia de los vientos desde el sur los mismos que al toparse con los puentes creados por los contenedores van a acelerar su paso y la sensación térmica de frescura aumentara. Por esta razón se propone cerrar el espacio donde se ubicará el restaurante exterior para evitar corrientes de aire en el mismo.

6.7.2.- Estudio del MODELO BASE

En base a los resultados obtenidos en los estudios preliminares y las estrategias propuestas para el desarrollo arquitectónico del CIM, el equipo de arquitectura ha realizado un modelo base. Dicho modelo nos sirve de fundamento para realizar el complemento de estudios: asoleamiento, iluminación natural, luminiscencia, así como de eficiencia energética.

Tomando en cuenta el uso del software Revit, para el diseño arquitectónico del modelo del proyecto; se utilizó el módulo de Análisis de Luminiscencia del mismo software para el desarrollo de los estudios precitados.

6.7.2.1.- Estudio de Iluminación natural del MODELO BASE

Para el análisis de uliminacion natural se han escojido los espacios a estudiar mas sensibles en cuanto al requerimiento a una buena iluminacion deacuerdo a su uso. En este sentido se analizaran los espacios de biblioteca y ludoteca por presentar una condicion similar en cuanto a iluminacion como muestran las normas. Por otro lado se estudio tambien la zona de Restaurante que ademas presenta el mayor indice de asoleamiento según el estudio realizado.

A continuacion podemos apreciar que la norma INEN 2696 establece para el uso de espacios como zonas de lectura, una uliminacion de 500 luxes hasta 750 luxes en areas de arte.

TABLA B.36. – Establecimientos educativos – Edificios educativos

Nº ref.	Tipo de interior, tarea y actividad	\overline{E}_m lx	UGR _L -	U _o -	R _a -	Requisitos específicos
B.36.1	Aulas, aulas de tutoría	300	19	0,60	80	La iluminación debería ser controlable
B.36.2	Aulas para clases nocturnas y educación de adultos	500	19	0,60	80	La iluminación debería ser controlable
B.36.3	Auditorium, sala de lectura	500	19	0,60	80	La iluminación debería ser controlable para colocar varias A/V necesarias
B.36.4	Pizarras negras, verdes y blancas	500	19	0,70	80	Deben evitarse las reflexiones especulares El presentador/profesor debe iluminarse con la iluminancia

Nº ref.	Tipo de interior, tarea y actividad	\overline{E}_m lx	UGR _L -	U _o -	R _a -	Requisitos específicos
						vertical adecuada
B.36.5	Mesa de demostraciones	500	19	0,70	80	En salas de lectura 750 lx
B.36.6	Aulas de arte	500	19	0,60	80	
B.36.7	Aulas de arte en escuelas de arte	750	19	0,70	90	5000 K ≤ TCP < 6500 K
B.36.8	Aulas de dibujo técnico	750	16	0,70	80	
B.36.9	Aulas de prácticas y laboratorios	500	19	0,60	80	
B.36.10	Aulas de manualidades	500	19	0,60	80	
B.36.11	Talleres de enseñanza	500	19	0,60	80	
B.36.12	Aulas de prácticas de música	300	19	0,60	80	

Tabla4.-Iluminacion establecimientos educativos

Fuente: Norma INEN 2969, Iluminación, Ecuador, 2021

Como se ha descrito anteriormente, las tres fechas en el año mas representativas para poder extraer la informacion relevante en cuanto a la incidencia solar en el proyecto son el 21 de marzo, 21 de junio, 21 de diciembre correspondientes al equinoccio de primavera, el solsticio de verano y de invierno respectivamente. Realizados a las 9 y 16 h que serian las horas de mayor asoleamiento para las fachadas. En nuestro pais, debido a la posicion perpendicular del sol al medio dia, no se han realizado los diagramas de trayectoria solar en esta hora pero se ha estudiado su impacto en el proyecto, sobretodo en cuanto a las actividades exteriores y terrazas.

Resultados para el Centro Intercultural Modular,

Como resultado de la gran exposición solar de las fachadas Este, vemos en la gráfica a continuación su incidencia en la iluminación natural interior. En la simulación se puede apreciar las zonas del restaurante, así como la ludoteca y biblioteca en tonos amarillos que reflejan incandescencia muy superior a lo previsto por la norma, como muestra la grilla de variación de luxes.

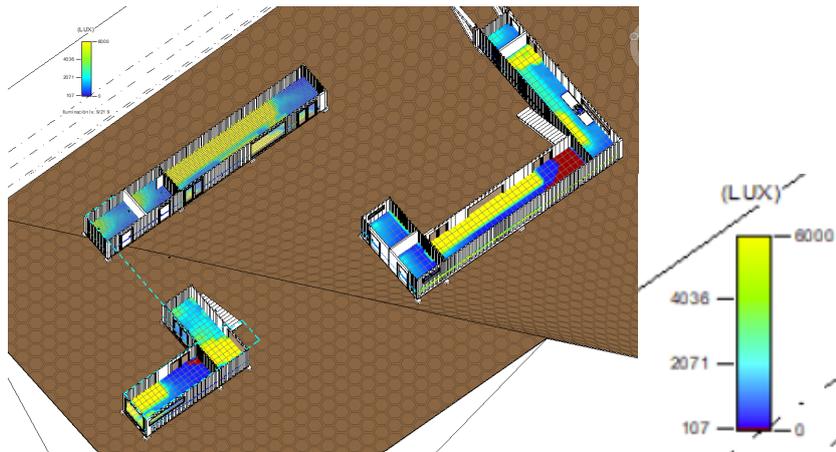


Figura40.- Luminiscencia Junio21-16h.

Fuente: Autor- Revit

Resultados para la Biblioteca – Ludoteca y Restaurante,

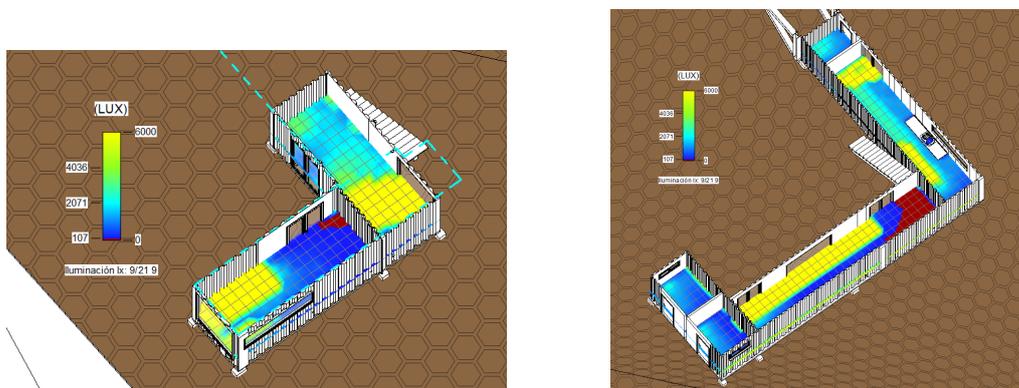


Figura41.- Luminiscencia Junio-21-16h

Fuente: Autor- Revit

Se puede destacar igualmente de los gráficos el fuerte contraste que se crea muy cerca de las zonas de deslumbramiento, lo que supone una molestia para los usuarios.

Resultados

El estudio muestra la necesidad de regular la entrada de luz solar para crear un luz interior mas homogenea.

6.7.2.2.- Estudio de Luminiscencia del MODELO BASE

De acuerdo al anterior análisis global para el CIM, el estudio de luminiscencia del modelo base se escogieron las áreas de Biblioteca y Restaurante para estudiar con más precisión la buena iluminación requerida en estos espacios.

Como indicado, los estudios se realizan las fechas más destacadas del año y en las horas de la mañana y en la tarde donde hay más incidencia solar en las fachadas.

Resultados para la Biblioteca,



Figura42.- Asoleamiento Biblioteca 21marzo, junio y diciembre-9h. Fuente: Autor



Figura43.- Asoleamiento Biblioteca marzo, junio, diciembre -16h. Fuente: Autor

En las perspectivas interiores podemos apreciar que las zonas afectadas por el deslumbramiento son las zonas de lectura en la mañana y esto a lo largo del año. En la tarde es la zona de acceso que recibe aun mayor cantidad de luminiscencia y en el mes de diciembre este afecta también la zona de lectura.

Se establece que la ventanería en la fachada norte debe comportar una protección importante en la totalidad de su abertura para evitar el deslumbramiento y los contrastes en las zonas de lectura.

Resultados para el Restaurante

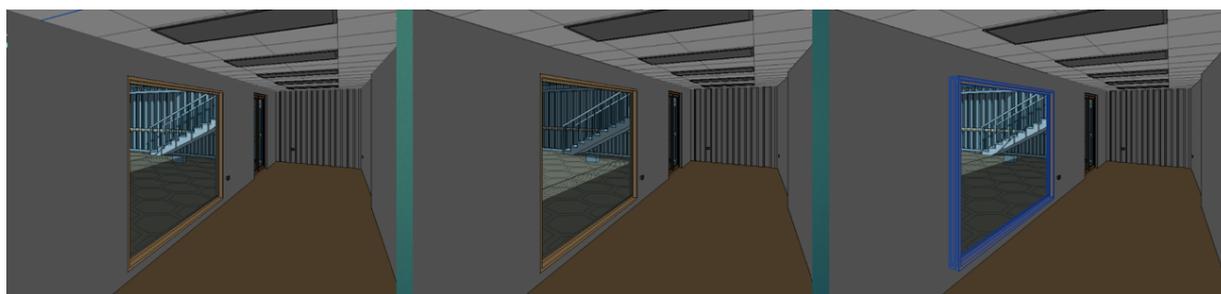


Figura44.- Asoleamiento Restaurante marzo, junio, diciembre 9h. Fuente: Autor



Figura45.- Asoleamiento Restaurante marzo, junio, diciembre -16h. Fuente: Autor

Para el área del restaurante las perspectivas interiores muestran suficiente luminosidad gracias a los grandes ventanales de lado Oeste; podemos ver también que en las horas

de la tarde tendremos un asoleamiento excesivo en gran parte del area del comedor y esto a lo largo del año.

A razón de lograr medir mejor el impacto de estas zonas que presentaran deslumbramiento para los usuarios, se procede a estudiar puntualmente cada área en sus momentos mas críticos, en la mañana y tarde del mes de junio.

Resultados para la Biblioteca,

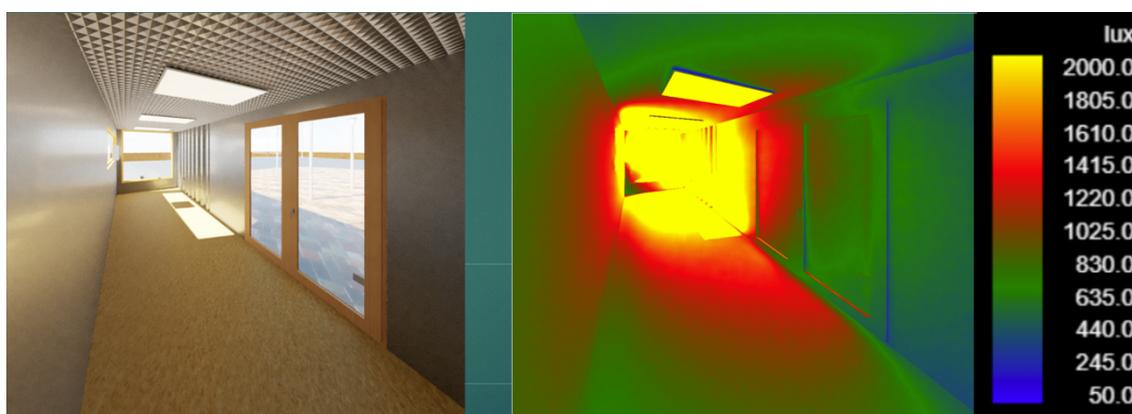


Figura46.- : Luminiscencia Biblioteca Junio21-9h. Fuente: Autor, Revit

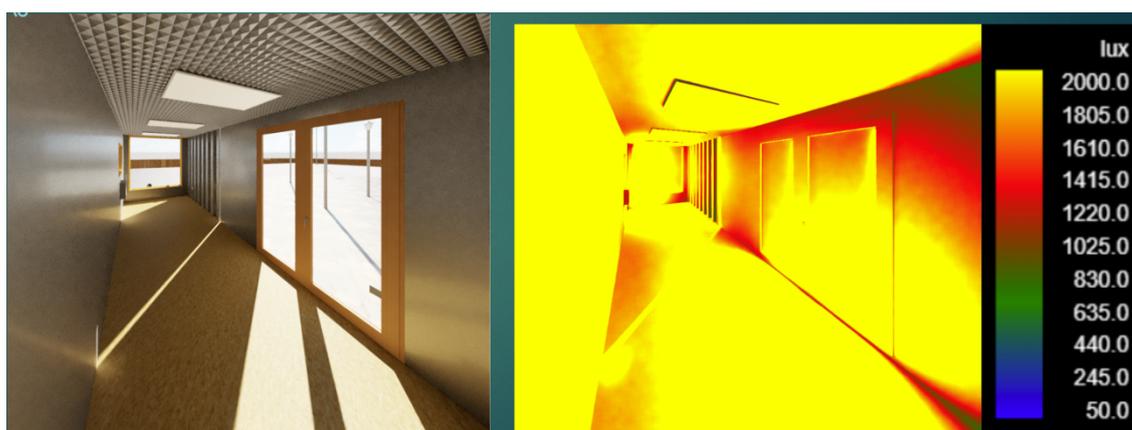


Figura47.- Luminiscencia Biblioteca Junio21-16h. Fuente: Autor, Revit

Las simulaciones del espacio interior de la Biblioteca dejan apreciar el fuerte deslumbramiento producido por la entrada de luz de la ventana Este en horas de la mañana, que recorrerá el espacio hasta pasada la hora del medio día.

En la tarde el deslumbramiento es excesivo en toda el área, el valor en luxes sobrepasa la norma y crea contraste no deseado para el área de lectura. Esto se da en gran medida por la puerta de vidrio propuesta para el acceso, también debido a la entrada de sol desde la ventana Norte igualmente y la incidencia solar será aun mayor en el mes de diciembre.

Propuestas para la Biblioteca,

Para responder a las necesidades de la sala de lectura se propone el uso de persianas exteriores horizontales para ambas ventanas este y norte, de preferencia regulables para poder modificar la entrada de luz y ganar igualmente visuales sobre los espacios exteriores. Esta opción de persianas exteriores, y no interiores, es debido a que estas ayudarán igualmente a la regulación de la temperatura ya que producen sombra también al vidrio evitando su calentamiento y por consecuencia el ambiente del contenedor.

Para el acceso de la puerta de vidrio se sugiere el uso de textiles exteriores que proporcionan un área de sombra mayor de forma que cubra el acceso a la biblioteca en diferentes momentos del año. Se sugiere también la implementación de árboles exteriores que pueden dar sombra a esta zona.

Resultados para el Restaurante

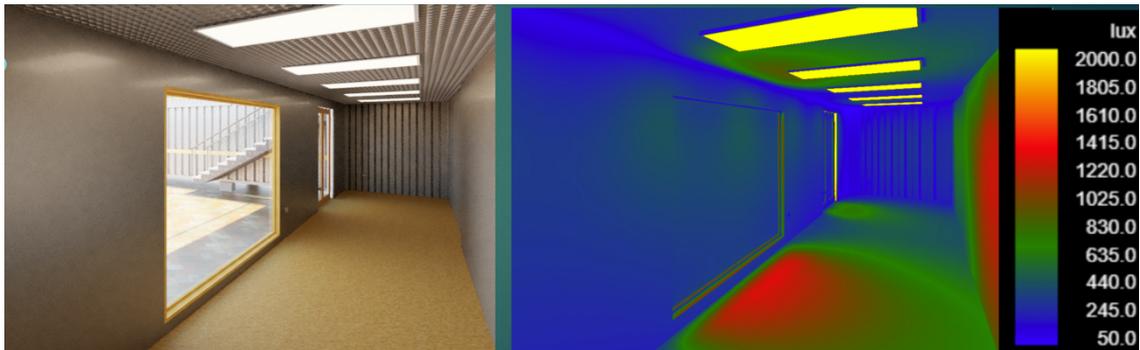


Figura48.- Asoleamiento Restaurante Junio21-9h. Fuente: Autor, Luminiscencia

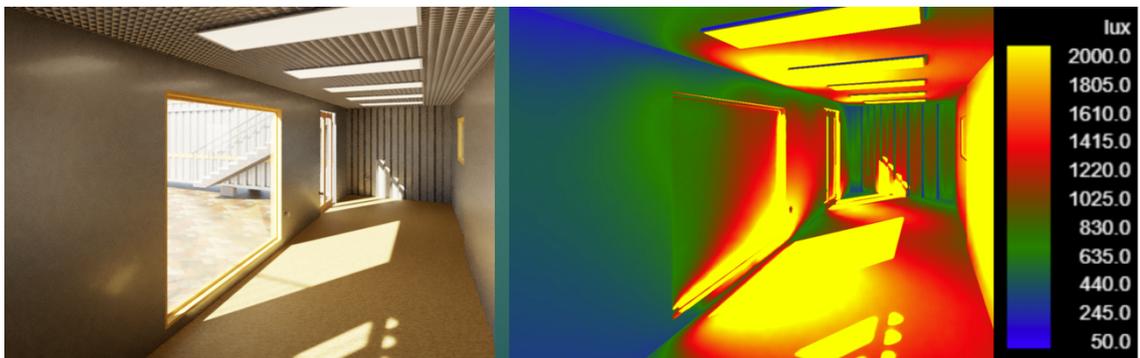


Figura49.- Asoleamiento Restaurante Junio21-16h. Fuente: Autor, Luminiscencia

De las simulaciones realizadas en la mañana, se observa una iluminación homogénea debido a la ausencia de ventanas de lado este donde incide el sol. Por el contrario en las simulaciones hechas en la tarde se desprende la necesidad de protecciones solares para el área del comedor interior debido a las grandes aberturas estas permiten la entrada de luz hacia toda el área, podemos apreciar los altos niveles de luxes en las zonas amarillas sobrepasando el confort lumínico.

6.7.2.3.- Resultados del MODELO BASE

Del estudio de iluminación natural et iluminancia realizados se desprenden los momentos de deslumbramiento al interior de los espacios y su necesidad de protección.

Así se propone para la biblioteca:

- el uso de persianas exteriores horizontales para ambas ventanas este y norte
- el acceso de la puerta de vidrio se sugiere el uso textiles exteriores
- vegetación alta del lado este para atenuar el ingreso de luz solar.

Para el área de restaurante:

- protecciones solares exteriores para proteger el área del comedor interior.

6.7.3.- Estudios del MODELO SOSTENIBLE

A partir del modelo base estudiado se refleja la necesidad de crear un modelo sostenible con varios elementos que aporten a la sostenibilidad el proyecto para respondan a los requerimientos en este sentido inscritos en el BEP.

Dentro de las estrategias pasivas analizadas para el CIM, una parte importante tiene la ubicación de las zonas verdes alrededor de los contenedores con árboles altos, gracias a la sombra que crean permiten evitar el sobrecalentamiento al interior de los contenedores debido a la ausencia de inercia térmica de los mismos. Estas zonas además filtran el agua y mantienen la frescura en el piso, lo que hace que no haya más calor reflejado del piso hacia los contenedores en horas de mayor incidencia solar. Si bien esta estrategia se podría usar para todo el contorno del contenedor es necesario priorizar su uso en zonas de mayor asoleamiento en la mañana y medio día en prevención del sobrecalentamiento.

Para mejorar la falta de inercia térmica de los contenedores se propone un recubrimiento interno de paredes y techos con tableros de madera dejando una pequeña capa de aireación. La madera tríplice corriente para el caso de las paredes y techos, así como tableros de madera OBS estructural para el piso; esta estrategia también mejora la acústica interna, criterio importante en las zonas de lectura y teatro.

En cuanto a las fachadas y su afectación a la iluminación natural excesiva se requiere el uso de los quebrasoles horizontales exteriores en las ventanas afectadas, así como una pérgola para el área de comedor.

De la gran incidencia solar prevista en las terrazas y techos de los contenedores se propone el uso de paneles fotovoltaicos para generación de electricidad, estos ocuparían los techos más altos de los contenedores ubicados en el segundo piso. Del análisis realizado para los requerimientos del CIM, descritos en el capítulo 2.3 de este trabajo, se establece la necesidad del uso de 20 paneles fotovoltaicos.

Al modelo sostenible se incorpora también la utilización de biodigestores para el tratamiento primario de las aguas servidas del proyecto; según el estudio previsto se requiere de 2 biodigestores de 4000lts cada uno, ubicados en las zonas aledañas a las baterías sanitarias.

6.7.3.1- Estrategias para creación del MODELO SOSTENIBLE

Para las mejorar requeridas para el proyecto se propone:

- La instalación de una pérgola para el área de comedor exterior

- Utilización de quiebrasoles horizontales para Biblioteca, Ludoteca y el centro de exposiciones
- Implementación de árboles grandes que generen sombra en horas tempranas de la mañana alrededor de los contenedores y una zona verde exterior circundante.
- La colocación de paneles fotovoltaicos para en los contenedores del segundo piso para contar con una generación de luz eléctrica.
- La utilización de tanques biodigestores que permitan el tratamiento de aguas grises.
- Con respecto a la materialidad, un recubrimiento interno de tableros de madera tríplice corriente para el caso de paredes y techos, así como tableros de madera OBS estructural para el piso; esta estrategia mejora inercia térmica y acústica interna.

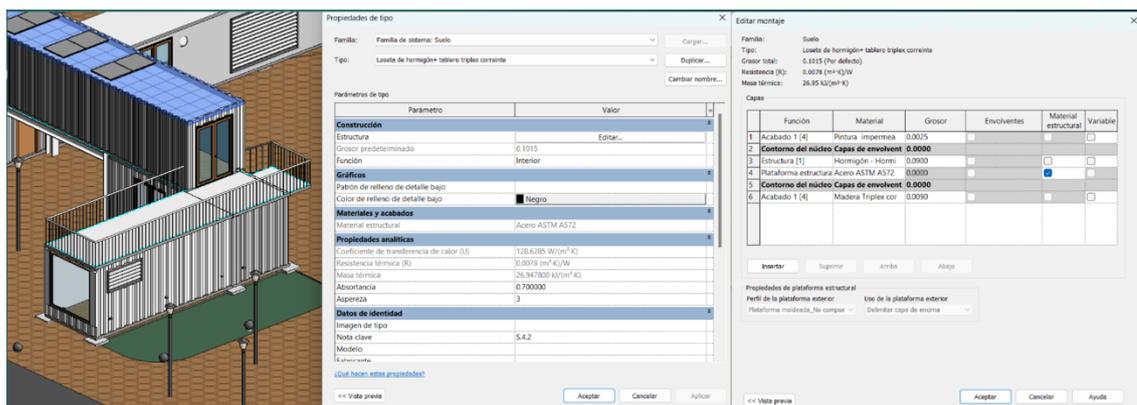


Figura50.- Materialidad, datos ingresados en elementos de Revit. Fuente: Autor

Una vez incorporadas las estrategias descritas anteriormente al modelo base se presenta en un modelo sostenible completo al que se le pueden volver a hacer los análisis para medir los resultados previstos.



Figura51.- Incorporación de pérgola y quebrasoles en el proyecto. Fuente: Autor

6.7.3.2.- Estudio de Asoleamiento del MODELO SOSTENIBLE

Así comenzaremos por los estudios de asoleamiento previstos para las fechas señaladas 21 de marzo, junio y diciembre a las 9 y 16 horas. (ver anexo G)



Figura52.- Asoleamiento Modelo Sostenible. Marzo, junio, diciembre -9h.

Fuente: Autor Revit



Figura53.- Asoleamiento Modelo Sostenible. Marzo, junio, diciembre -16h.

Fuente: Autor Revit

Del estudio de asoleamiento anterior se destacar que:

- En las horas de la mañana, las zonas verdes creadas son suficientes para generar las sombras previstas para el proyecto evitando el deslumbramiento al interior y sobrecalentamiento.
- En la tarde, el área de comedor exterior estará expuesto al sol al menos parcialmente durante todo el año; en términos de confort térmico es positivo porque va a dar una mayor sensación de calentamiento, pero existe el deslumbramiento, de igual forma en el comedor interior.
- De igual forma en el módulo de la biblioteca presenta una incidencia solar directa en la tarde.

6.7.3.3.- Estudio de Iluminación Natural del MODELO SOSTENIBLE

Para el estudio de iluminación interior de los espacios escogidos Biblioteca y Restaurante por su necesidad de un confort lumínico, veremos a continuación los resultados con la presencia de los quebrasoles y áreas verdes circundantes.

Resultados para la Biblioteca

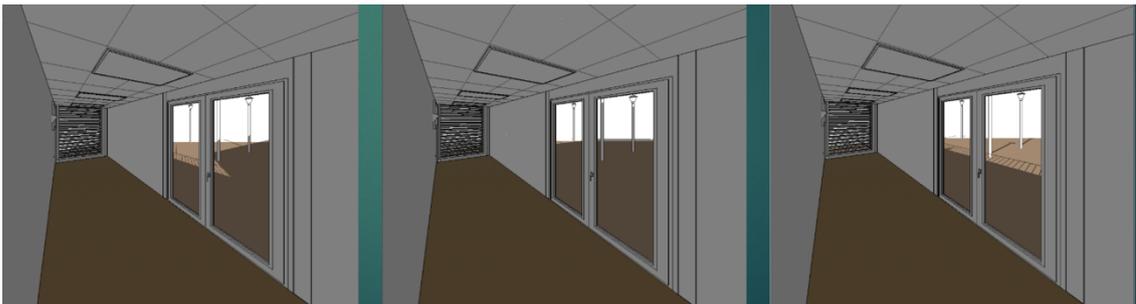


Figura54.- : Asoleamiento Biblioteca. Marzo, junio, diciembre -16h. Fuente: Autor



Figura55.- Asoleamiento Biblioteca. Marzo, junio, diciembre -16h. Fuente: Autor

En las horas de la mañana se puede ver que la presencia de los arboles en la zona Este han eliminado el ingreso de luz directa hacia las zonas de lectura. Las persianas horizontales previstas en la fachada Norte ha corregido el problema del deslumbramiento en horas de la mañana e incluso en la tarde para ciertos momentos en el año, como diciembre cuando, por su posición de invierno, el sol entra de completamente en la zona de lectura y acceso.

Para la zona de acceso donde no se puede corregir la entrada de luz por el uso intrincado de la puerta se propone la instalación de un árbol en el exterior que pueda crear sombra en esta zona.

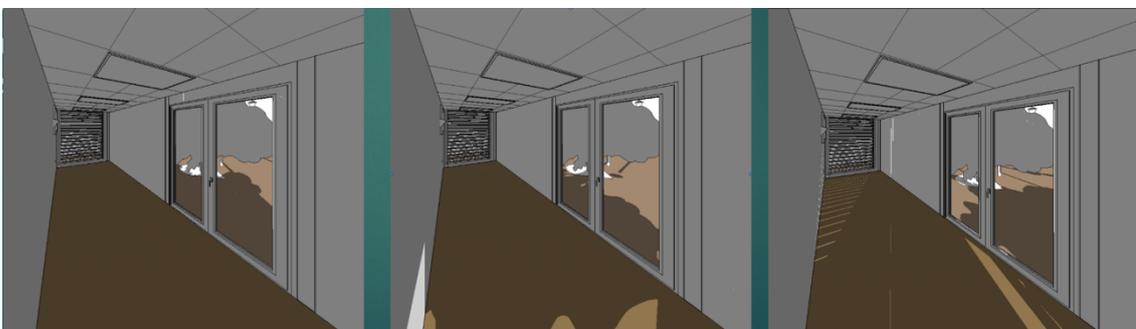


Figura56.- Asoleamiento Biblioteca marzo, junio, diciembre -16h. Fuente: Autor

En la tarde, a pesar de la presencia del árbol, el problema persiste por la imposibilidad de crear una luz homogénea en el sector del acceso. Aquí se sugiere el uso de textiles exteriores en una área suficiente que permitan dar sombra a esta zona o en su defecto, el uso de cortinas que permitan una claridad en el interior del contenedor.

Resultados para el Restaurante



Figura 57.- Asoleamiento Restaurante. Marzo, junio, diciembre -16h. Fuente: Autor

De las simulaciones realizadas para la tarde en el área del comedor podemos distinguir las sombras correspondientes a la pérgola instalada en el exterior; esta presenta una ubicación y superficies adecuadas para proporcionar sombra en el interior así como parte del comedor exterior; sin embargo vemos que el uso de vidrio transparente no elimina el contraste en la iluminación natural.

6.7.3.4.- Estudio de Luminiscencia del MODELO SOSTENIBLE

Se ha estudiado la luminiscencia para las fechas precitadas. A continuación, se muestra la simulación hecha para el conjunto del CIM, en el mes de marzo y diciembre, ya que es aquí donde existe la mayor incidencia solar en el interior de los espacios. El conjunto de resultados obtenidos se muestra en el Anexo H adjunto al presente documento.

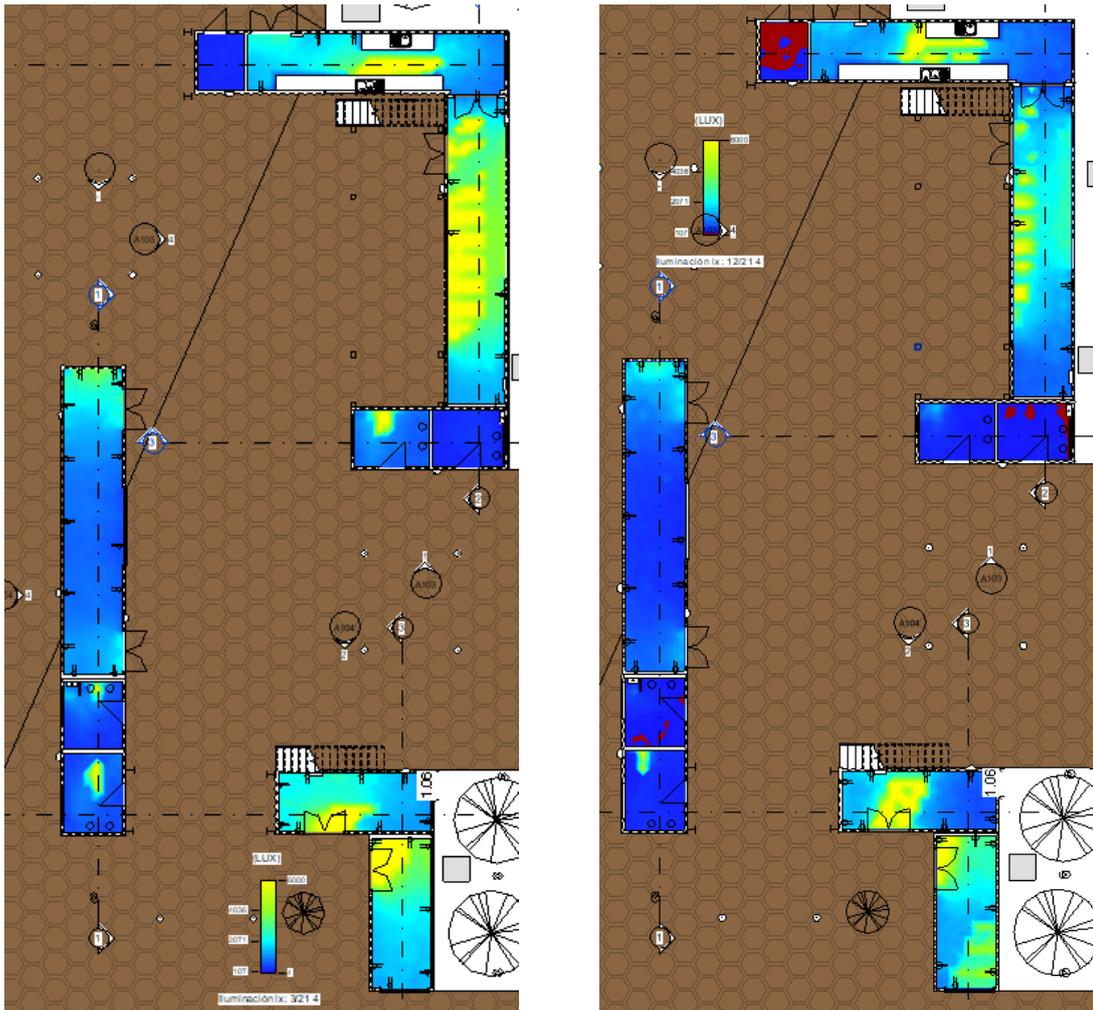


Figura58.- Luminiscencia CIM. Marzo y Diciembre -16h.

Fuente: Autor Insight-Revit

La figura muestra las zonas amarillas donde las superficies reflejan alrededor de 2000 luxes, valores muy superiores a los requeridos por lo que se procede a un estudio particular de cada zona.

Resultados para la Biblioteca,

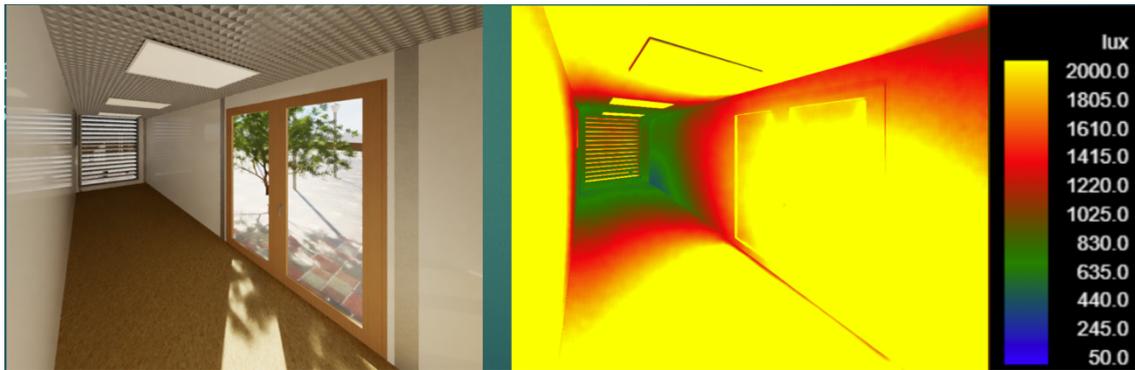


Figura59.- Luminiscencia Biblioteca. Marzo-16h. Fuente: Autor-Revit

En las figuras anteriores se puede ver de lado izquierdo la renderización del espacio donde se presenta entrada de luz de forma realista así como del lado derecho se puede verificar esta situación con la escala valorada en luxes.

La simulación muestra en el área de lectura, hacia el fondo del contenedor, una luminiscencia de alrededor de 750 luxes, que corresponde a lo requerido para estos usos, con lo que se demuestra la eficacia de la utilización de los quebrasoles horizontales.

Sin embargo en la zona de acceso el rango de luxes sube rápidamente debido al espacio previsto para la puerta de vidrio y su reflectancia dentro del contenedor. De aquí se justifica realmente la propuesta hecha de textiles exteriores para esta zona. La presencia del árbol en el exterior muestra su aporte en las horas de sol raso en la tarde únicamente.

Resultados para el Restaurante

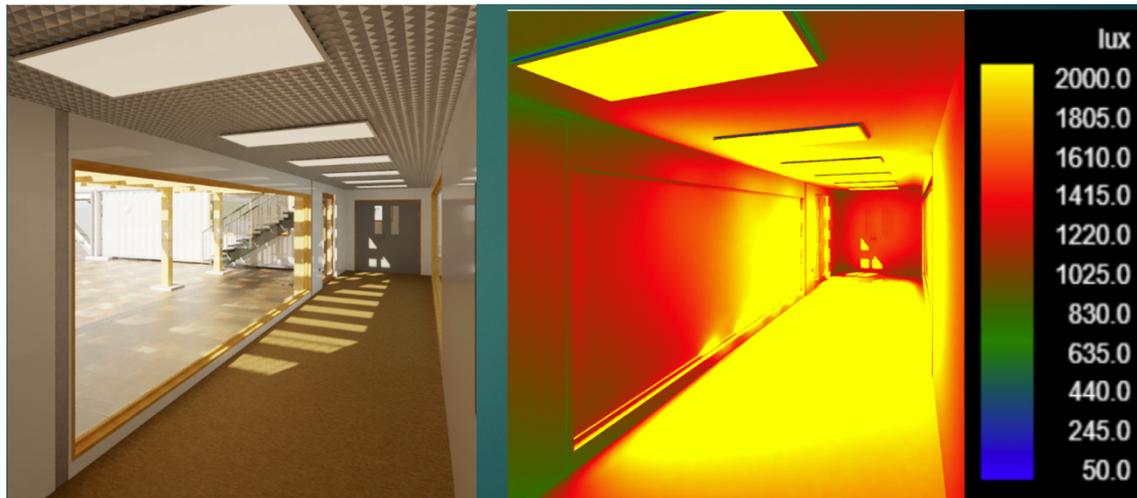


Figura60.- Asoleamiento Restaurante. Diciembre -16h. Fuente: Autor Revit

Del resultado obtenido para la zona del restaurante podemos ver que la presencia de la pergola ayuda a disminuir el deslumbramiento pero de forma poco eficiente debido a no presentar una trama de quebrasoles superior a las vigas principales y estar prevista con un vidrio transparente. De la simulación realizada para el mes de junio el comedor exterior estará completamente expuesto al sol, por lo que se debe prever el uso de parasoles individuales para el confort de los usuarios.

Con el fin de mejorar el confort lumínico, se propone el uso de vidrio translucido que permita bajar el deslumbramiento y que ayudara también a disminuir el sobrecalentamiento del espacio interior del contenedor.

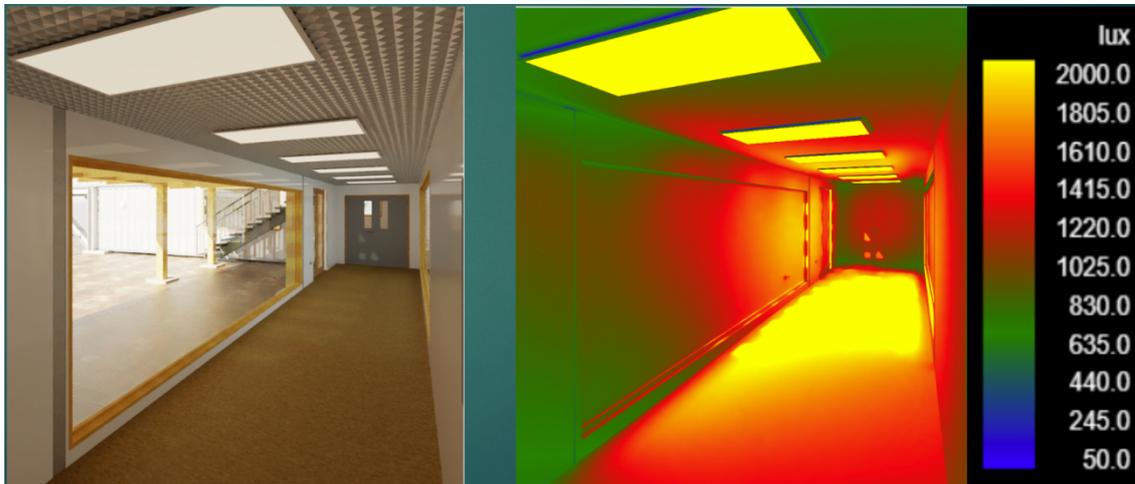


Figura61.- Asoleamiento Restaurante. Diciembre -16h. Fuente: Autor-Revit

Se puede ver en ambas simulaciones una zona luminosa mas homogenea; tanto en la renderizacion a la izquierda, como a la derecha en las zonas verdes correspondientes a los 750 luxes recomendados. Se demuestra que con el uso del vidrio translucido mejora la luminiscencia en el restaurante llegando a las normas previstas para este tipo de usos.

6.7.3.5.- Estudio de la eficiencia energética del MODELO SOSTENIBLE

Para el estudio de eficiencia energética del proyecto se ha podido contar con la aplicación de Revit, Insight, que proporciona cálculos para este análisis. Dado que en el archivo de Revit cada elemento del modelo consta con especificaciones técnicas propias de cada material, se ha podido integrar a éstos los coeficientes de Resistencia térmica así como el valor U correspondiente a la transmitancia térmica para cada uno

de los materiales. Cabe señalar que este programa consta con el cálculo para elementos multicapa, como es el caso del contenedor del teatro.



Figura62.- Propiedades de materiales usados para cálculo de eficiencia Energética.

Fuente: Autor-Revit

En el Centro Intercultural Modular por tratarse de contenedores marítimos completamente en metal se ha propuesto para mejorar la térmica y la acústica interna de los espacios el uso de paredes multicapas: Así se recubre totalmente la parte interna del contenedor con una capa de aire que sirve de aislamiento térmico seguido de tableros de triplex corriente en paredes y techo, así como de paneles OSB estructurales para el piso del mismo. Esta mejora se realizó para el proyecto exclusivamente en el módulo del teatro.

Un primer resultado se obtiene de los parámetros base establecidos en Revit para el modelo sin tomar en cuenta las opciones llamadas BIM.

En la figura a continuación se puede ver que el consumo energético para el proyecto es de 443 Kwh/m2/año, lo que representa 29,7 USD/m2/año, lo que es superior a las recomendaciones del Estándar de Energía para Edificios Ashrae EIS 90.1-2019 (de sus siglas en inglés, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers).

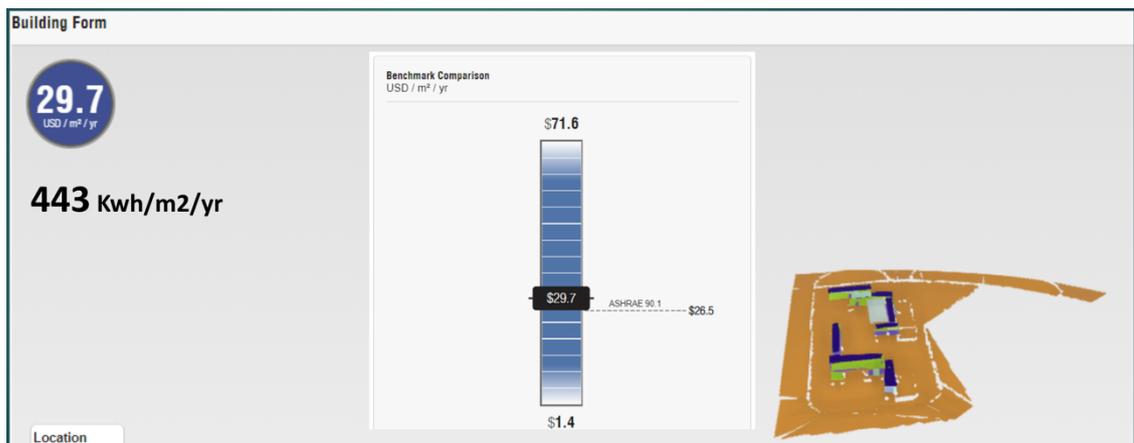


Figura63.- Eficiencia Energética Modelo Base. Fuente: Autor-Revit

Un segundo análisis se realiza donde se toman en cuenta todos los elementos descritos para el modelo sostenible.

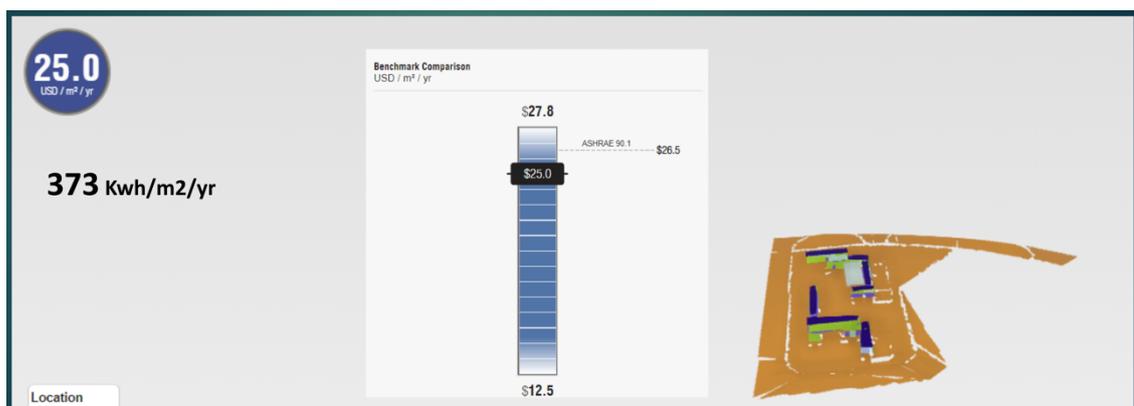


Figura64.- Eficiencia Energética Modelo Sostenible. Fuente: Autor-Revit

Así podremos observar el proyecto el consumo anual disminuye a 373 Kwh/m²/año lo que representa 25 USD/m²/año. Hablamos de una economía del 16% en el consumo energético del proyecto. Este consumo previsto esta por debajo del estándar propuesto por el Ashare 90.1 lo que demuestra el acierto en las estrategias pasivas propuestas.

6.7.3.5.1.- Modificación de elementos comprensión de metodología BIM

A continuación, se detallan varios de los elementos analizados para la eficiencia energética del proyecto. Veremos que en la Aplicación Insight de Revit se muestra en la zona azul el parámetro seleccionado, de las otras posibles alternativas.

Las modificaciones propuestas a continuación tienen por objetivo comprender los elementos técnicos a los que se puede acceder gracias al uso de metodología BIM.

[Estudio de paneles fotovoltaicos](#)

Dentro del uso de los paneles fotovoltaicos, se puede ver que el proyecto usa paneles fotovoltaicos con eficiencia base, según los estándares actuales de la industria, y que la superficie total utilizada es del inferior al 60% de los techos del proyecto, lo que produce el consumo de 25 USD/m²/año que tomaremos como base.



Figura65.- Eficiencia Energética Modelo Sostenible. Paneles Fotovoltaicos

Fuente: Autor-Revit

Puesto que uso de los paneles solares para el proyecto suponen una ayuda importante para reducir el consumo energético, se hará un breve estudio entre la mejora de su eficiencia y el aumento de la superficie de los mismos.

Resultados obtenidos para PV separadamente superficie vs eficiencia

Para este análisis se mejora independientemente eficiencia energética y superficie ocupada de los paneles fotovoltaicos donde se obtuvo los siguientes resultados. En el recuadro del lado izquierdo, se utiliza el 90% de la superficie disponible para los paneles y se obtiene un consumo de 24,2 USD/m²/año. Del lado izquierdo se modificaron únicamente la eficiencia de los paneles solares y se obtiene un consumo de 24,3 USD/m²/año.

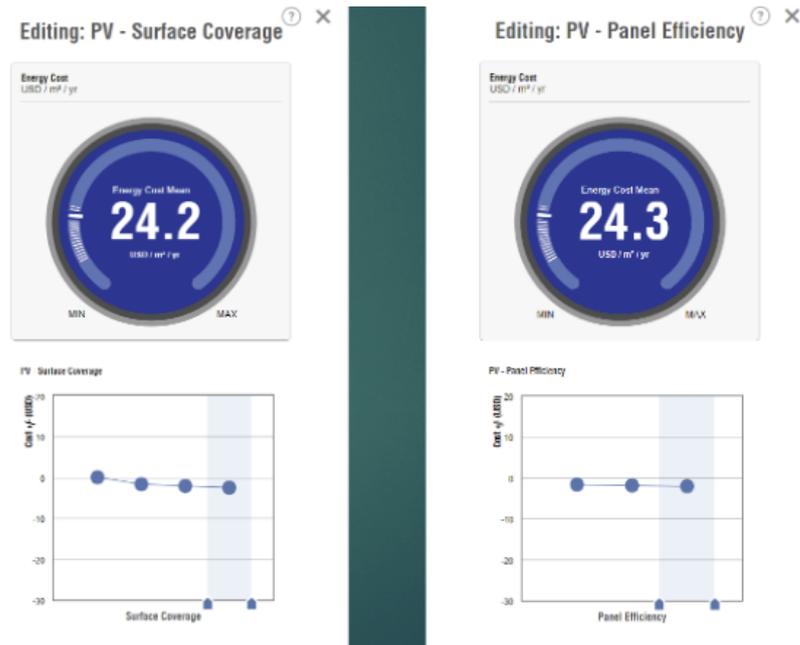


Figura66.- Eficiencia Energética Modelo Sostenible. Fuente: Autor-Revit

Vemos que el resultado independiente de cada modificación nos conduce a un resultado muy similar en términos de consumo.

Resultados obtenidos para PV simultáneamente eficiencia y superficie

En el estudio se parte del consumo previsto de 25 USD/m²/año y a continuación se mejoran conjuntamente la eficiencia energética al siguiente grado superior y se aumenta al 75% de la utilización de la superficie de los techos.

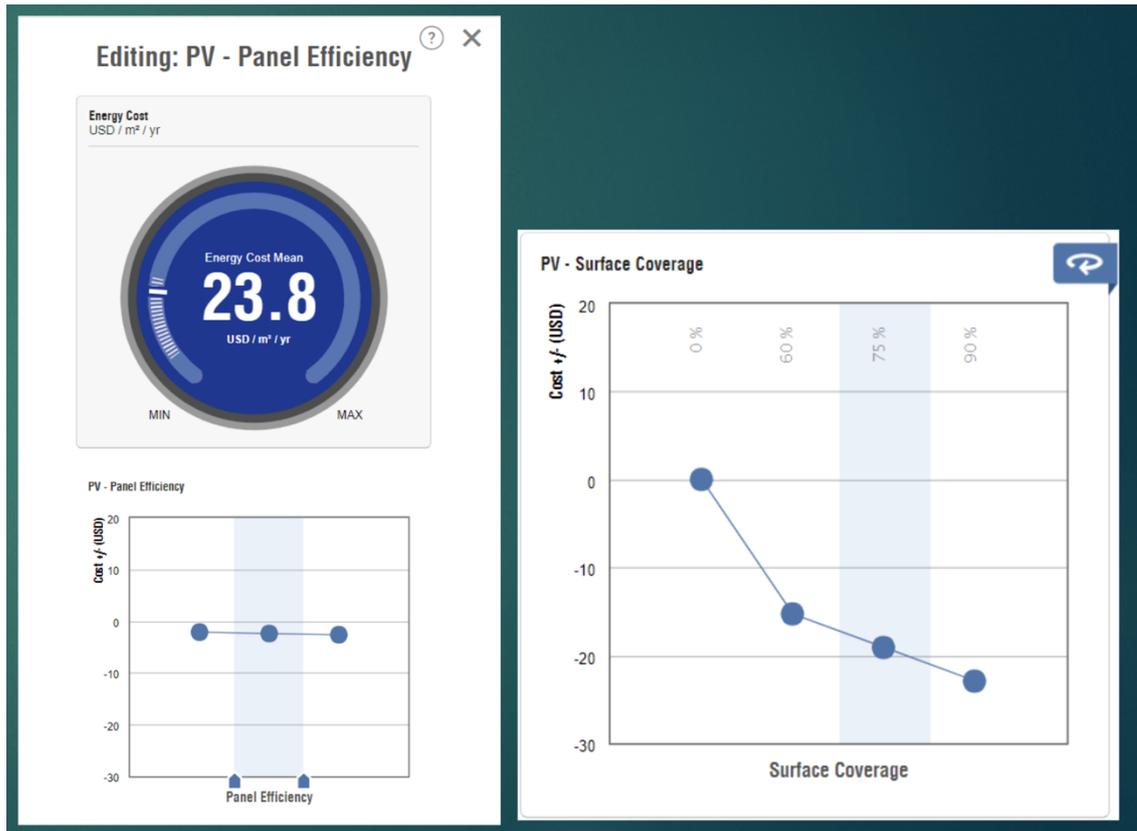


Figura67.- Eficiencia Energética modelo sostenible. Fuente: Autor Insight-Revit

En este análisis se observa un mayor ahorro energético cuando se conjuga una mejora en la eficiencia de los paneles solares y una superficie mayor aunque esta sea únicamente del 15% . Lo que sugiere que un compromiso entre los dos criterios estudiados es mejor que apostarle a uno solo de estos. Con este ejemplo se puede ver el aporte que propone la metodología BiM, al poder disponer de elementos técnicos compartidos entre todos los actores del proyecto, para la toma de decisiones.

Estudio luminarias y tomacorrientes

A partir del estudio base se modifican a continuación la eficiencia de las luminarias e independientemente al eficiencia de los toma corrientes sin modificar la ocupacion del Centro, parámetro también a disposición.

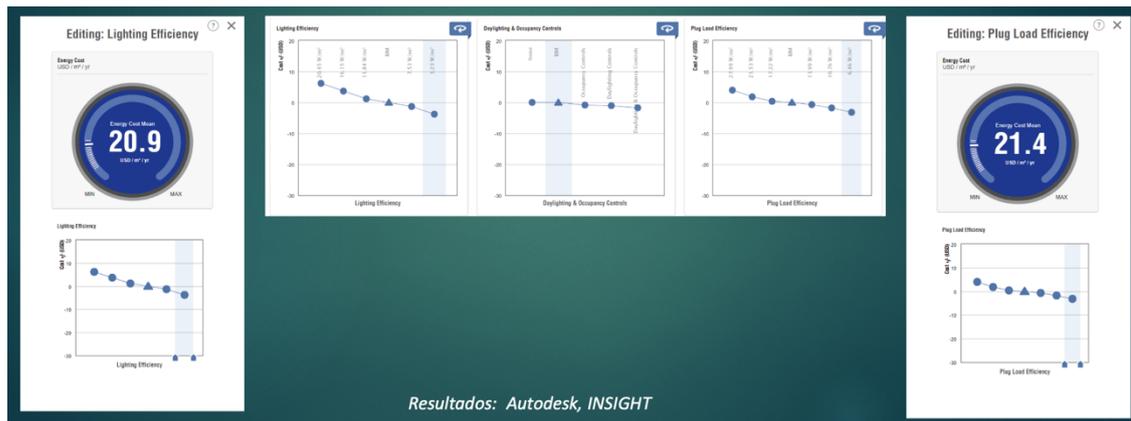


Figura68.- Eficiencia Energética modelo sostenible. Fuente: Autor Insight-Revit

Del estudio realizado se observa un consumo de 20,9 USD/m²/año solo con mejoras realizadas a las luminarias (izquierda), y de 21,4 USD/m²/ únicamente con mejoras en los tomacorrientes(derecha). Se concluye que debido al gran numero de luminarias exteriores requeridas para el proyecto el ahorro energético es mayor en este rubro por lo que se debería implementar esta opción dentro del proyecto.

6.7.3.6.- Costos de Implementación del MODELO SOSTENIBLE

Los costos de implementación del modelo sostenibles hacen referencia a aquellos elementos que se adicionan al modelo arquitectónico de base mencionados capitulo 6.7.3. Así la presencia de quebrasoles en fachadas, la pérgola, materialidad interna en contenedores, presencia de árboles y áreas verdes, implementación de biodigestores y paneles fotovoltaicos.

Los costos previstos se han realizado en el software Presto, rubros que están enlazados con el archivo del modelo arquitectónico en Revit, a través de la aplicación Cost-it de dicho software.

Código	Resumen	Factor	CanPres	Ud	Divisa	Pres	ImpPres
Revit	Centro Cultural Modular		1		USD	39,151.56	39,151.56
2001320	Vigas	0.0	1		USD	308.04	308.04
09.40	VIGA ESTRUCTURAL DE MADERA TECA INSTALADA		24.158	m	USD	12.75	308.04
2000700	Pergola	0.0	1		USD	3,295.79	3,295.79
09.34	PERGOLA DE MADERA Y VIDRIO LAMINADO 8 MM		51.100	m2	USD	64.50	3,295.79
05.17	HORMIGÓN SIMPLE PLINTOS PREFABRICADOS, F'C=210 KG/CM2,			m3	USD	142.74	0.00
2001330	Pilares estructurales	0.0	1		USD	118.80	118.80
09.37	PILAR DE MADERA TRATADA EXTERIOR 20X20CM 2400M		1.692	u	USD	70.20	118.80
2000032	Suelos	0.0	1		USD	2,422.37	2,422.37
08.14	PISO DE TABLERO OSB ESTRU. INC INSTALACION		30.000	m2	USD	80.75	2,422.37
2000011	Muros	0.0	1		USD	4,689.78	4,689.78
08.30	PAREDES DE TABLERO TRIPLEX		65.461	m2	USD	36.72	2,403.73
09.21	QUIEBRASOLES ALUMINIO NATURAL SEMIEUROPEO 12CM		10.536	m2	USD	216.99	2,286.05
2000038	Techos	0.0	1		USD	1,013.37	1,013.37
10.3	CIELO RASO MADERA TIPO TRIPLEX		26.095	m2	USD	38.83	1,013.37
2008049	Hidrosanitarias	0.0	1		USD	3,202.25	3,202.25
12.16	TANQUE BIODIGESTOR 4000LT. CON KIT DE INSTALACION		2.000	u	USD	1,601.12	3,202.25
2001040	Equipos eléctricos	0.0	1		USD	23,826.06	23,826.06
13.8	PANELES FOTOVOLTAICOS 6,90KWP INC INSTALACION		20.000	u	USD	1,191.30	23,826.06
2001360	Vegetación	0.0	1		USD	275.09	275.09
18.9	PLANTA - ARBOL		9.000	u	USD	30.57	275.09

Tabla5.-Costos Modelo Sostenible. Fuente: Autor-Presto

El detalle de los rubros aquí expuestos se puede ver en el Anexo I.

El total de los costos previstos para la implementación de los elementos de sostenibilidad del proyecto asciende a 39.151,56 USD. Se puede observar que el costo de implementación de los paneles solares representa el 60% de la inversión, pero estos generan un ahorro del 11% anual.

6.7.3.7.- Resultados del MODELO SOSTENIBLE

Resumen de resultados

- Las zonas verdes creadas son suficientes para generar las sombras previstas para el proyecto evitando el deslumbramiento al interior y sobrecalentamiento.
- Las persianas horizontales previstas en la fachada Norte han corregido el problema del deslumbramiento en horas de la mañana.
- Las puertas de vidrio previstas para los accesos requieren el uso de textiles exteriores para evitar los fuertes contraste de luz al interior de los espacios.

- La implementación de la pergola ayuda a generar sombra pero requiere el uso de vidrio translucido para mejorar la luminiscencia en el restaurante en horas de la tarde.
- La materialidad propuesta para el interior de los contenedores ha mejorado los índices de transmitancia térmica de los contenedores.
- La implementación de las estrategias sostenibles para el proyecto representa un ahorro en el consumo energético anual de 16%.

Capítulo 7: Conclusiones del Rol

7.1.- Beneficios BIM

Los beneficios de trabajar sostenibilidad en metodología BIM son:

- la capacidad de hacerlo desde fases tempranas con volúmenes reales permite una pronta previsión de elementos a tratar.
- la especificidad paramétrica que tienen los elementos arquitectónicos en el modelo lo que da una mayor precisión en los cálculos realizados.
- La facilidad de hacer varios escenarios con cambios en cualquiera de los parámetros analizados en cuanto a la eficiencia energética.

7.2.- Riesgos y Recomendaciones

- Se recomienda realizar análisis en las aplicaciones de Revit en fases intermedias del modelado para confirmar que los elementos permiten los cálculos.

- Para el análisis energético se recomienda hacer modelos separados según los usos de los espacios. Esto precisara el cálculo ya que el programa hace los cálculos en relacion a la ocupación de los espacios.
- Estudiar todas las opciones para mejoras en eficiencia energética, a pesar de que su resultado parezca obvio, ya que pequeños cambios afectan los consumos y por ende los resultados globales.
- Proponer varios momentos de trabajo entre los equipos de Sostenibilidad y Arquitectura, así como las otras disciplinas; para evitar riesgos de filtración de información o criterios que pueden afectar o desviar la toma de decisiones.

7.3.- Conclusiones

- La metodología BIM permite una orgnaizacion de tareas y procesos establecidas para todos los actores que gnera una eficiencia en el tratameinto de informacion.
- Utilización de parámetros específicos en elementos Arquitectura e Ingenierías permite hacer un cálculo real, de forma instantánea lo que facilita proceso de toma de decisiones, y esto desde fases tempranas. Así:
 - eficiencia energética: cálculos específicos: material real en el sitio real
 - costos de volúmenes precisos
 - luminiscencia: deslumbramiento y zonas de sombra propias al proyecto
- Centralidad de un modelo BIM permite obtener un cálculo de cada estrategia planteada, y transmitir al entorno de trabajo.

- Gracias a la interacción multidisciplinaria temprana se puede verificar a la mejores resultados lo que ayuda a una toma de decisiones acertadas.
- Herramientas BIM permiten hablar el mismo lenguaje entre disciplinas y esto facilita la comprensión de los resultados obtenidos en los análisis.
- Otra de las facilidades que permite la metodología BIM es poder plantear estrategias de mejora para el proyecto obteniendo de forma coordinada y sincronizada una incidencia en los costos 5D y la planificación 4D.
- Ecosistema BIM permite medir el efecto mariposa dentro del desarrollo del proyecto; convirtiéndose en una herramienta muy potente que actúa allí donde necesitamos: toma de nuestras decisiones.

Referencias (APA)

Fanger, P.O. (1973) Thermal Comfort. McGraw-Hill Book Company, New York, 224 p

Work Cited, Niño, Dianny. "Construcción representa el 40% del uso de energía."

Revista En Obra, 25 May 2023, <https://www.en-obra.com/es/noticias/construccion-representa-el-40-del-uso-de-energia>. Accessed 18 August 2023.

Archivos climatologicos:

[https://climate.onebuilding.org/WMO Region 3 South America/ECU Ecuador
/index.html](https://climate.onebuilding.org/WMO_Region_3_South_America/ECU_Ecuador/index.html)

BIBLIOGRAFIA

- INAMHI (2017), Anuario Metereologico No.53-2013,
- Norma Tecnica Ecuatoriana, INEN 2969-1, Iluminación de los lugares de trabajo parte 1: Lugares de trabajo en interiores. Quito, Ecuador
- *ANSI/ASHRAE/IES Estándar 90.1 (2016) Estándar energético para edificios excepto edificios residenciales de poca altura.*
- Innst.es (2016),Cómo define el confort termico la norma UNE ISO 7730:2006?, Recuperado el 24 de junio 2023.
- Fanger, P.O. (1973) Thermal Comfort. McGraw-Hill Book Company, New York, 224 p
- Autodesk University *_Norma ISO 19650, el entorno común de daTos y Autodesk Construction Cloud_* Recuperado el 29 de junio de 2022, de <https://www.autodesk.com/autodesk-university/es/article/ISO-19650-Common-Data-Environment-and-Autodesk-Construction-Cloud-2021>
- BibLus (mayo, 2022) *_¿Qué es la ISO 19650?_* Recuperado el día 16 de mayo del 2023 de <https://biblus.accasoftware.com/es/que-es-la-iso19650/>

LISTA DE ANEXOS

Anexos *Centro Intercultural Modular*

Tabla de contenido

Anexo A -EIR: Requisitos de información para Empleador	2
Anexo B -BEP-Plan de Ejecución BIM.....	10
Anexo C -BEP- Manual de Estilo	18
1.-Criterios Generales	19
2.- Protocolo de Modelado por Elementos.....	24
Anexo D – Resultados climatológicos	30
Anexo E – Trayectoria Solar	35
Anexo F - Asoleamiento	37
Anexo G – Trayectoria Solar 2.....	39
Anexo H – Estudio de Luminiscencia Modelo Sostenible	41
Anexo I -Costos de Implementación	48
Anexo J -Planos arquitectónicos.....	52