

# Armonía Habitacional: El Confort de la Transición Campus Universitario

Mateo Alejandro Bernal Fontanilla

Luis Fernando Galindo Beltrán



Arquitectura, Facultad de Arquitectura

Universidad La Gran Colombia

Bogotá

2024

**Armonía Habitacional: El Confort de la Transición Campus Universitario**

**Mateo Alejandro Bernal Fontanilla**

**Luis Fernando Galindo Beltrán**

**Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Arquitectos**

**Arquitecta Magister Yuly Caterín Díaz Jiménez, Directora de Proyecto**

**Arquitecto Yuber Alberto Nope Bernal Aseor Tematico**



**Arquitectura, Facultad de Arquitectura**

**Universidad La Gran Colombia**

**Bogotá**

**2024**

### **Dedicatoria**

Queremos dedicar este trabajo primeramente a Dios, ya que en él encontramos la fe y esperanza de continuar adelante con cada proyecto, en segundo lugar, queremos dedicar este proyecto a nuestras familias, esposa, novia, hijos, hermanos y padres gracias a su Amor infinito que nos impulsa a seguir adelante sin importar las dificultades que se puedan presentar en el camino, un agradecimiento para nuestro profesor y Arquitecto Omar Latorre, quien inicio este proceso con nosotros y dio mas claridad la proyecto en su etapa inicial, un agradecimiento especial para la Arquitecta Yuly Cateríne Díaz quien fue la directora de esta tesis de grado, y quien con su paciencia y esmero se pudo llevar a cabo el pleno desarrollo de este trabajo, finalmente agradecemos a la Universidad La Gran Colombia pues es en esta institución donde pudimos tener la formación como profesionales y personas que salen dispuestos al cambio en esta sociedad.

### **Agradecimientos**

Primero que todo queremos agradecer a Dios, por la oportunidad que nos da de estudiar, y en ese camino encontrarás personas que suman una nueva experiencia, en segundo lugar queremos agradecer a nuestras familias por el apoyo incondicional y la fe que nunca cesó, en tercer lugar a la universidad la Gran Colombia , y nuestro docente y tutor Yuly Caterin Diaz por su acompañamiento, entrega y esfuerzo para llevar a cabo este proyecto, en última instancia queremos agradecer a la empresa Saint Gobain por la oportunidad que nos brinda de hacer parte de este concurso.

## Tabla de Contenido

<b>RESUMEN .....</b>	<b>17</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>18</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>19</b>
<b>PROBLEMÁTICA .....</b>	<b>20</b>
PREGUNTA PROBLEMA.....	20
<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>21</b>
OBJETIVO GENERAL .....	21
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	21
<b>JUSTIFICACIÓN .....</b>	<b>22</b>
<b>HIPÓTESIS .....</b>	<b>23</b>
<b>ASPECTOS METODOLÓGICOS.....</b>	<b>24</b>
METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.....	24
ANÁLISIS DEL ÁREA A INTERVENIR .....	25
<i>Helsinki</i> .....	25
<i>Clima</i> .....	26
<i>Movilidad en Helsinki</i> .....	28
<i>Accesibilidad y Conectividad con el Transporte Público</i> .....	28
<i>Densificación en Corredores de Transporte:</i> .....	29
<i>Clima y topografía</i> .....	30
<i>Distrito de Viikki</i> .....	31
<i>Cultura y entretenimiento</i> .....	32
<b>FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....</b>	<b>32</b>
CONCEPTOS PRIMARIOS.....	33
<i>Relaciones interpersonales:</i> .....	33

<i>Condiciones Climáticas Extremas:</i> .....	33
<i>Interfaz público-privada:</i> .....	33
<i>Envolventes:</i> .....	34
<i>BIM, o Modelado de Información de Construcción</i> .....	34
<i>Conceptos Secundarios</i> .....	35

## **CAPÍTULO I: CAMPUS SUSTENTABLE: DISEÑO INTEGRADO PARA HABITABILIDAD, EFICIENCIA ENERGÉTICA Y**

### **MOVILIDAD ..... 37**

HABITABILIDAD Y CONFORT .....	38
<i>Arquitectura Bioclimática</i> .....	39
<i>Beneficios de la arquitectura bioclimática</i> .....	41
<i>Estudios de caso Bioclimáticos</i> .....	41
MATERIALIDAD, CAPTACIÓN DE CALOR Y ENERGÍA TÉRMICA.....	44
<i>Materialidad</i> .....	44
<i>Materiales para climas fríos</i> .....	46
VIDRIO .....	47
<i>Propiedades del vidrio</i> .....	47
<i>Tipos de vidrio</i> .....	48
<i>Aplicaciones del vidrio</i> .....	48
<i>El vidrio como elemento constructivo: Un material versátil y sostenible</i> .....	49
<i>Optimizando el confort térmico en el campus universitario de Viikki: Un enfoque en el diseño modular y la doble piel de vidrio</i> .....	51
MURO CORTINA MODULAR Y DOBLE PIEL DE VIDRIO.....	52
<i>Componentes del sistema modular:</i> .....	53
<i>Características de los montantes:</i> .....	54
<i>Características de los travesaños:</i> .....	55
<i>Función estructural:</i> .....	56

ARMONÍA HABITACIONAL	7
<i>Tipos de vidrio para fachadas:</i> .....	57
APLICACIONES .....	60
<i>Factores de de rendimiento</i> .....	62
<i>Importancia en piel doble vidrio</i> .....	65
<i>Doble piel de vidrio</i> .....	66
<i>Soluciones constructivas</i> .....	67
<b>ENTRAMADO LIGERO.....</b>	<b>69</b>
PROPIEDADES .....	69
<i>Propiedades acústicas y capacidad de reducción de la reverberación:</i> .....	69
<i>Densidad y peso de los materiales:</i> .....	69
<b>ENVOLVENTE ARQUITECTÓNICA E INTERFAZ PÚBLICO-PRIVADA.....</b>	<b>70</b>
MIES VAN DER ROHE LO INTERIOR Y EXTERIOR DE LA ARQUITECTURA.....	72
<b>ESPACIO PÚBLICO .....</b>	<b>73</b>
CLIMA, DISEÑO Y DIVERSIDAD URBANA EN EL USO DE TRES PLAZAS DE MADRID .....	73
PLANIFICACIÓN .....	74
<i>Evaluación del Estado Actual:</i> .....	75
<i>Diseño Flexible</i> .....	75
<i>Eficiencia Energética y Sostenibilidad:</i> .....	75
<i>Dormitorios para Investigadores:</i> .....	75
<i>Alojamiento Temporal:</i> .....	76
<i>Cafeterías y Espacios Comunes:</i> .....	76
<i>Accesibilidad Universal:</i> .....	76
<i>Combinación de Uso Comercial:</i> .....	76
<i>Consideración de la Ampliación:</i> .....	76
<b>CAPÍTULO II: APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) .....</b>	<b>77</b>

MARCO CONCEPTUAL .....	77
<i>metodología Building Information Modeling (BIM)</i> .....	77
<i>Beneficios clave del uso de BIM en el diseño arquitectónico:</i> .....	77
<i>Mayor precisión y reducción de errores:</i> .....	78
<i>Eficiencia en el diseño y construcción:</i> .....	78
<i>Gestión de información completa del ciclo de vida del edificio:</i> .....	78
<i>Sostenibilidad y eficiencia energética:</i> .....	79
<i>Mejora de la visualización y presentación:</i> .....	79
<i>Planificación y control de obras:</i> .....	79
LOS OBJETIVOS PRINCIPALES DE LA METODOLOGÍA BIM SON: .....	80
<i>Los beneficios de utilizar la metodología BIM son muchos, e incluyen:</i> .....	80
<i>Las etapas típicas del ciclo de vida BIM son las siguientes:</i> .....	80
DIMENSIONES DE LA METODOLOGÍA BIM (BUILDING INFORMATION MODELING O MODELADO DE INFORMACIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN) .....	82
EL CONCEPTO DE LOD (LEVEL OF DETAIL) O NIVEL DE DESARROLLO EN BIM (BUILDING INFORMATION MODELING) .....	85
NIVELES DEL LOD.....	86
DATA COMMON ENVIRONMENT (DCE).....	89
EIR (EMPLOYER'S INFORMATION REQUIREMENTS) EN BIM .....	91
<i>Función del EIR:</i> .....	91
<i>¿Quién redacta el EIR?</i> .....	92
<i>Beneficios de utilizar un EIR:</i> .....	93
<i>Funciones clave del BEP:</i> .....	94
<i>Contenido habitual de un BEP:</i> .....	95
<i>Beneficios de utilizar un BEP:</i> .....	96
<i>Los principales objetivos de ISO 19650 son:</i> .....	97
RESOLUCIÓN 0441: DIGITALIZACIÓN DE LICENCIAS URBANÍSTICAS Y DE CONSTRUCCIÓN EN COLOMBIA CON REFERENCIAS .....	98

<i>Fundamentos y objetivos de la Resolución 0441:</i> .....	99
MODELADO DE EDIFICACIÓN .....	101
<i>Objetivo</i> .....	101
<i>Estructura</i> .....	101
APLICACIÓN ESTRUCTURAL CON LA METODOLOGÍA BIM EN REVIT: UNA MIRADA PROFUNDA CON REFERENCIAS .....	102
<i>Introducción</i> .....	102
<i>Rejillas en Revit: La base para la organización estructural</i> .....	102
<i>Conceptos clave: LOD y LOI</i> .....	102
<i>Modelación de Elementos Estructurales: Un enfoque detallado</i> .....	103
ELEMENTO DE REFERENCIA REJILLA Y NIVELES .....	105
<i>Elementos de referencia como cimientos del diseño</i> .....	105
<i>Nomenclatura y Manual de buildingSMART</i> .....	113
APLICACIÓN DEL MODELADO DE LA EDIFICACIÓN ARQUITECTÓNICA CON LA METODOLOGÍA BIM EN INSTALACIONES MEP .....	119
<i>Introducción</i> .....	119
<i>Modelado de Redes de Tuberías en Módulos de Baños</i> .....	119
<i>Modelado de Instalaciones de Iluminación</i> .....	120
<i>Modelado de Instalaciones de Potencia</i> .....	121
INTEGRACIÓN CON EL MODELO ARQUITECTÓNICO .....	121
<i>Coordinación de Disciplinas</i> .....	121
<i>Coordinación de especialidades, documentación y tiempos</i> .....	122
ANÁLISIS DE INTERFERENCIAS E INCONSISTENCIAS .....	123
CREACIÓN DE INFORMES DE COORDINACIÓN .....	123
<i>Abstracción y gestión de cantidades</i> .....	123
CONFIGURACIÓN DE PLANIMETRÍAS Y DOCUMENTACIÓN EN BIM .....	124
SIMULACIÓN DE ACTIVIDADES CONSTRUCTIVAS .....	125
REALIDAD VIRTUAL E INMERSIVA .....	141

ARMONÍA HABITACIONAL	10
<i>Exportación a ifc entre otros</i> .....	142
<i>Renderización en tiempo real</i> .....	142
<i>Fotomontaje y retoque fotográfico 3d</i> .....	142
<i>Fondos climáticos. Manejo de luces, sombras y reflejos</i> .....	143
<i>Visualización de modelos 3d</i> .....	143
REALIDAD VIRTUAL INMERSIVA .....	143
<b>DESARROLLO DEL PROYECTO</b> .....	<b>148</b>
CONCLUSIÓN: APLICACIÓN DE BIM EN EL PROYECTO DEL CAMPUS UNIVERSITARIO DE VIKKI, FINLANDIA .....	151
<i>Beneficios Clave de BIM en el Proyecto:</i> .....	151
<b>DETALLES PRELIMINARES</b> .....	<b>153</b>
PROPUESTA GENERAL .....	156
ÁREA DE INTERVENCIÓN.....	156
<b>DISEÑO ARQUITECTÓNICO</b> .....	<b>157</b>
<b>PLANIMETRÍA</b> .....	<b>164</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	<b>172</b>
<b>LISTA DE REFERENCIA</b> .....	<b>173</b>

### Tabla de figuras

Figura 1. <i>Población de estudio del proyecto</i> .....	25
Figura 2. <i>Clima y temperatura</i> .....	27
Figura 3. <i>Densidades</i> .....	27
Figura 4. <i>Mapa topográfico de Helsinki</i> .....	31
Figura 5. <i>Entretenimiento y cultura</i> .....	32
Figura 6 <i>Casa del sol en Dinamarca</i> .....	42
Figura 7 <i>Edificio Masdar</i> .....	42
Figura 8 <i>vidrios Cool-Lite SK</i> .....	58
Figura 9 <i>Ficha técnica COOL-LITE</i> .....	62
Figura 10 <i>factores claves del rendimiento de los acristalamientos aislantes</i> .....	62
Figura 11 <i>Factor solar</i> .....	64
Figura 12 <i>Fase de Operaciones y Mantenimiento</i> .....	81
Figura 13 <i>Dimensiones de la metodología BIM</i> .....	84
Figura 14 <i>LOD (Level of Detail) o Nivel de Desarrollo en BIM</i> . .....	86
Figura 15 <i>Nivel de Información (LOI)</i> .....	88
Figura 16 .....	93
Figura 17 <i>Building Information Modeling (BIM), BEP (Building Execution Plan)</i> .....	96
Figura 18 <i>Imagen Proceso de digitalización en Revit Rejilla y niveles</i> .....	106
Figura 19 <i>Imagen Proceso de digitalización en Revit Rejilla y niveles</i> .....	107
Figura 20 <i>Imagen Proceso de digitalización en Revit, Modelado de vigas y losas</i> .....	108
Figura 21 <i>Imagen Proceso de digitalización en, Modelado de vigas y losas</i> .....	108
Figura 22 <i>Imagen Proceso de digitalización en, Modelado de vigas y losas 3D</i> .....	109
Figura 23 <i>Imagen Proceso de digitalización en, Modelado de escaleras</i> .....	109

Figura 24 <i>Imagen Proceso de digitalización en, Modelado de escaleras</i> .....	110
Figura 25 <i>Imagen Proceso de digitalización en, Detallado de refuerzo</i> .....	110
Figura 26 <i>Imagen Proceso de digitalización en, Detallado de refuerzo</i> .....	111
Figura 27 <i>Imagen Proceso de digitalización en, Modelado de muros</i> .....	115
Figura 28 <i>Imagen Proceso de digitalización en, Modelado de muros</i> .....	115
Figura 29 <i>Imagen Proceso de digitalización en, Modelado de puertas ventanas y escalera</i> .....	116
Figura 30 <i>Imagen Proceso de digitalización en, Modelado de puertas ventanas y escalera</i> .....	116
Figura 31 <i>Imagen Proceso de digitalización en, Modelado de puertas ventanas y escalera</i> .....	117
Figura 32 <i>Imagen Proceso de digitalización en, Modelado de puertas ventanas y escalera</i> .....	117
Figura 33 <i>Imagen Proceso de digitalización en, Modelado de cubierta acorde al alcance LOD y LOI</i> .....	118
Figura 34 <i>Imagen Proceso de digitalización en, Modelado de redes fontanería o suministro</i> .....	122
Figura 35 <i>Análisis de interferencias e inconsistencias</i> .....	125
Figura 36 .....	126
Figura 37 .....	126
Figura 38 .....	126
Figura 39 .....	127
Figura 40 .....	127
Figura 41 .....	128
Figura 42 <i>Creación de informes de coordinación</i> .....	129
Figura 43 .....	129
Figura 44 .....	130
Figura 45 <i>Abstracción y gestión de cantidades</i> .....	131
Figura 46 .....	131

Figura 47 .....	132
Figura 48 .....	132
Figura 49 .....	133
Figura 50 .....	133
Figura 51 .....	134
Figura 52 .....	134
Figura 53 <i>Configuración de planimetrías y documentación</i> .....	135
Figura 54 .....	135
Figura 55 .....	136
Figura 56 .....	136
Figura 57 .....	137
Figura 58 .....	137
Figura 59 .....	138
Figura 60 <i>Simulación de actividades constructivas</i> .....	139
Figura 61 .....	139
Figura 62 .....	140
Figura 63 .....	140
Figura 64 .....	140
Figura 65 .....	141
Figura 66 <i>Imagen Proceso de digitalización en, REALIDAD VIRTUAL E INMERSIVA</i> .....	143
Figura 67 <i>Imagen Proceso de digitalización en, REALIDAD VIRTUAL E INMERSIVA</i> <i>(RENDERIZACION EN TIEMPO REAL)</i> .....	144
Figura 68 <i>Imagen Proceso de digitalización en, REALIDAD VIRTUAL E INMERSIVA</i> <i>(RENDERIZACION EN TIEMPO REAL)</i> .....	145

Figura 69 <i>ventajas usos TwinMotion</i> .....	145
Figura 70 .....	146
Figura 71 .....	146
Figura 72 .....	147
Figura 73 .....	148
Figura 74 .....	148
Figura 75 .....	149
Figura 76 .....	149
Figura 77 .....	150
Figura 78 .....	150
Figura 79 <i>Diagrama de estructuras</i> .....	153
Figura 80 <i>Diagrama de zona Polígono de intervención.</i> .....	154
Figura 81 <i>Criterios de diseño</i> .....	155
Figura 82 <i>Estrategias de Diseño</i> .....	155
Figura 83 <i>Diagrama de zona</i> .....	157
Figura 84 <i>Programa arquitectónico.</i> .....	158
Figura 85 <i>Organigrama</i> .....	158
Figura 86 <i>Zonificación</i> .....	159
Figura 87 <i>Operaciones volumétricas</i> .....	160
Figura 88 <i>Principios Ordenadores a nivel urbano</i> .....	162
Figura 89 <i>Manejo de energía térmica.</i> .....	162
Figura 90 <i>Características y usos del Vidrio</i> .....	163
Figura 91 <i>Planimetría primer nivel</i> .....	164
Figura 92 <i>Planimetría segundo nivel</i> .....	164

Figura 93 <i>Planimetria tercer nivel</i> .....	165
Figura 94 <i>planimetría Sótano</i> .....	165
Figura 95 <i>Planta Cubiertas</i> .....	165
Figura 96 <i>Fachada Frontal</i> .....	166
Figura 97 <i>Fachada Posterior</i> .....	166
Figura 98 <i>Fachada lateral</i> .....	167
Figura 99 <i>Corte A</i> .....	167
Figura 100 .....	167
Figura 101 <i>Planta primer nivel</i> .....	168
Figura 102 <i>Planimetria segundo nivel</i> .....	168
Figura 103 <i>Fachadas del edificio</i> Nota. Elaboración propia.....	169
Figura 104 .....	170
Figura 105 <i>Estructura</i> .....	170
Figura 106 .....	171

**Lista de Tablas**

Tabla 1.....59

### Resumen

Helsinki es capital de Finlandia, un país ubicado al norte del continente europeo, cerca al polo norte, donde las temperaturas ambientales son extremadamente bajas, pues durante todo año recibe luz solar únicamente por tres meses, lo que genera dificultades al momento de diseñar, planificar y garantizar condiciones de habitabilidad y confort dentro y fuera de las edificaciones de la ciudad. Por otro lado, la universidad de Helsinki ubicada en el distrito de Vikki, cuenta con una variedad de edificaciones con usos establecidos para la residencia y desarrollo de la vida académica, además, alberga espacios de protección, cuidado y conservación ambiental. Dentro del campus se encuentran diferentes facultades académicas, centros de investigación animal y podemos hacer avistamiento de aves, por lo que es necesario poder garantizar la conservación y el correcto funcionamiento e integración de dichas zonas a los usos establecidos, para no incurrir en afectaciones futuras en el ecosistema del campus. No obstante, requiere de mejoras en sus espacios públicos, privados y edificaciones, para en una proyección futura lograr aumentar su población académica, integrando y permitiendo un mayor y mejor uso de las diferentes actividades que se pueden dar entre la interfaz de lo que son áreas públicas y privadas, sin dejar de lado el garantizar condiciones de confort y habitabilidad.

**Palabras clave:** temperaturas bajas, habitabilidad, confort, cuidado y protección ambiental, integración de interfaz público-privada.

### **Abstract**

Helsinki is the capital of Finland, a country located to the north of the European continent, close to the North Pole, where the environmental temperatures are extremely low, there is only a three-month period of sunny weather per year, which generates difficulties when designing, planning and guaranteeing conditions of habitability and comfort inside and outside the city's buildings. On the other hand, the University of Helsinki, located in the Vikki district, has a variety of buildings with established uses for residence and academic life, as well as spaces for environmental protection, care, and conservation. Academic faculties are located within the campus as well as animal research centers and bird watching, so it is necessary to ensure the conservation of those areas to the established uses, so as not to incur future impacts on the ecosystem of the campus. However, it requires improvements in its public and private spaces and buildings, in order to increase its academic population in the future, enhancing the use of the activities that can take place between the interface of public and private areas, without neglecting to guarantee conditions of comfort and habitability.

**Keywords:** low temperatures, habitability, comfort, environmental care and protection, public-private interface integration.

## Introducción

Helsinki, una ciudad ubicada en Finlandia, al norte de Europa y cercana al polo norte, enfrenta desafíos únicos debido a sus extremas temperaturas, las cuales dificultan la vida cotidiana de la población. En este contexto, la Universidad del Distrito de Viikki se encuentra establecido como un importante centro educativo, con diversas facultades enfocadas en el estudio de la flora y fauna. Ubicada en su mayoría en zonas rurales, la universidad requiere una planificación precisa para adaptarse a las necesidades de una creciente población estudiantil, estimada entre 4,000 y 7,000 estudiantes en los próximos años.

Con el objetivo de convertir a Viikki en un campus universitario vital y sostenible, se hace indispensable no solo la integración de la universidad en el distrito, sino también la transformación de este en un referente arquitectónico y social. En este contexto, surge la necesidad de planificar y construir nuevos apartamentos, así como de remodelar edificios existentes, con el fin de proporcionar un ambiente propicio para el aprendizaje, la interacción y el bienestar de la comunidad estudiantil.

La aplicación del Building Information Modeling (BIM) se presenta como una herramienta fundamental en este proceso de diseño y construcción. A través de BIM, se puede realizar una planificación detallada y precisa de los nuevos desarrollos habitacionales, optimizando el uso de los recursos y garantizando un alto nivel de eficiencia tanto en la fase de diseño como en la de construcción. Además, BIM facilita la colaboración entre los diversos actores involucrados en el proyecto, permitiendo una coordinación más efectiva y una toma de decisiones informada.

Así, el presente trabajo se enfoca en explorar cómo la aplicación del BIM puede contribuir a la planificación y ejecución de proyectos habitacionales en el contexto específico del desarrollo del campus universitario de Viikki. Se analizarán las ventajas y desafíos de esta tecnología, así como su impacto en la calidad de vida de los estudiantes y en la integración del campus con su entorno.

### **Problemática**

El campus universitario de Helsinki, Finlandia se encuentra localizado en un borde urbano rural con amplias zonas de conservación natural y resguardo ambiental lo que desarrolla dinámicas diferentes en las áreas rurales y urbanas, esta zona cuenta con edificaciones existentes que cubren los usos de vivienda y complejos educativos para el desarrollo de una educación superior eficiente y de calidad. Esta universidad requiere cubrir la necesidad de poder albergar en una proyección futura a una mayor población académica, sucede que se enfrenta a escenarios climáticos extremos con temperaturas muy bajas debido a su ubicación geográfica al norte de Europa, generando dificultades en condiciones de habitabilidad y confort térmico, en ciertas épocas del año, lo que dificulta las dinámicas de relación, interacción social y esparcimiento de la población en zonas públicas.

### **Pregunta problema**

¿Cómo la carencia de condiciones óptimas de habitabilidad en términos de confort térmico y falta de espacios de integración e interacción social ahondan y afectan las relaciones interpersonales de la comunidad académica?

## Objetivos

### Objetivo General

Diseñar un proyecto arquitectónico mediante la metodología Building Information Modeling (BIM), que responda espacial y funcionalmente a las dinámicas urbano-rurales y condiciones climáticas asociadas al confort térmico y habitabilidad en las viviendas, mediante la reinterpretación de la interfaz público-privada como elemento integrador de espacios, con el fin de garantizar calidad de vida y dinámicas de relación e interacción social entre la comunidad del campus universitario.

### Objetivos Específicos

1. Diseñar una vivienda estudiantil y espacios comunales, con los estándares de habitabilidad y confort térmico.
2. Definir la materialidad requerida por los espacios, contemplando la captación de calor y energía térmica.
3. Asegurar en el campus universitario una estructura de movilización peatonal que permita la interacción público-privada.
4. Planear una propuesta arquitectónica y de ingeniería con el cumplimiento normativo a partir de metodología BIM (Building Information Modeling)

### **Justificación**

El poder llevar a cabo este proyecto arquitectónico, en el cual se le dará respuesta a una necesidad netamente social en términos de integración y cultura que requiere una comunidad académica, asociadas también a términos de vivienda y confort, espacios comunales, recreativos públicos y privados, en donde las actividades y usos establecidos, funcionaran como determinante de diseño que aporte a: el confort térmico en las edificaciones , la sostenibilidad del proyecto, la integración y relación de la población del campus universitario entre sí y con los diferentes espacios; Es importante destacar que el campus universitario de Helsinki no solo es un centro de educación superior, sino también un punto de encuentro crucial para estudiantes, profesores, investigadores y personal administrativo. Por lo tanto, su desarrollo es esencial para solucionar la problemática social y lograr garantizar la relación, la integración y la calidad de vida en un entorno renovado, sostenible y confortable para los integrantes de la comunidad universitaria y población académica de la universidad de Helsinki.

### **Hipótesis**

Este proyecto supone solucionar la problemática social dada en la brecha que tienen las relaciones interpersonales y la integración de los estudiantes personal académico dentro de los espacios públicos y privados del campus universitario, por otro lado se busca suplir la necesidad de garantizar condiciones óptimas de habitabilidad y confort térmico dentro y fuera de las edificaciones propuestas o existentes, a través del diseño arquitectónico y la posible reinterpretación de la interfaz público privada, que podría promover y garantizar el uso de los espacios públicos como zonas de interacción y relación social.

## Aspectos Metodológicos

### Metodología de investigación

En la búsqueda de diferentes metodologías, las cuales puedan guiar este documento encontramos que: La metodología que se ajusta a nuestra intención de investigación y diseño es “**la investigación exploratoria** es un tipo de investigación utilizada para estudiar un problema que no está claramente definido, por lo que se lleva a cabo para comprenderlo mejor, pero sin proporcionar resultados concluyentes” (Creswell, J. W. (2007). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches* (2nd ed.). Sage Publications. (pp. 33-40).

Las múltiples características que le dan a este método cierta ventaja sobre otros métodos investigativos son:

- Al definir sus conceptos, prioriza los puntos de vista de las personas.
- Está enfocada en el conocimiento que se tiene de un tema, por lo que el significado es único e innovador.
- No tiene una estructura obligada, así que el investigador puede seguir el proceso que le parezca más sencillo.
- Encuentra una solución a problemas que no fueron tomados en cuenta en el pasado.

Este método investigativo adquiere ciertas ventajas sobre las cuales es fácil adaptarse.

- El investigador tiene mucha flexibilidad y puede adaptarse a los cambios a medida que avanza la investigación.
- Por lo general es de bajo costo.
- Ayuda a sentar las bases de una investigación.
- Permite al investigador comprender en una fase temprana si el tema merece la pena invertir el tiempo y los recursos.

- Puede ayudar a otros investigadores a descubrir las posibles causas del problema, que pueden ser estudiadas a detalle para averiguar cuál de ellas es la causa más probable del problema.

### **Análisis del Área a intervenir**

En este capítulo mostraremos los análisis y conclusiones que entregó el concurso saint gobain y que se elaboraron por nosotros, que son correspondientes y enfáticos a nuestros temas de estudio, los análisis más relevantes los cuales marcaron la ruta proyectual e investigativa de este proyecto.

### ***Helsinki***

La ciudad de Helsinki, capital de Finlandia, limita con las fronteras de Suecia y Rusia, se revela como un intrigante campo de análisis multidisciplinario en esta monografía, centrando su atención en un enfoque arquitectónico y urbanístico, así como en otros aspectos cruciales que conforman su carácter único. Esta metrópolis, rica en historia y tradición, presenta una arquitectura que combina la influencia de diferentes épocas. Al mismo tiempo, su cultura vibrante y diversa se entrelaza con su arquitectura, influyendo y siendo influenciada por ella. La población Helsinki, un crisol de identidades y etnias, contribuye a la singularidad de la ciudad y a su dinámica social.

Debemos recordar que la población de estudio, y el proyecto está dirigido a docentes, estudiantes, investigadores y demás personal que competa las ciencias de la educación.

### **Figura 1.**

*Población de estudio del proyecto*



Familias

Estudiantes  
universitarios

Investigadores



Docente

*Nota.* Adaptado de Imágenes vector.

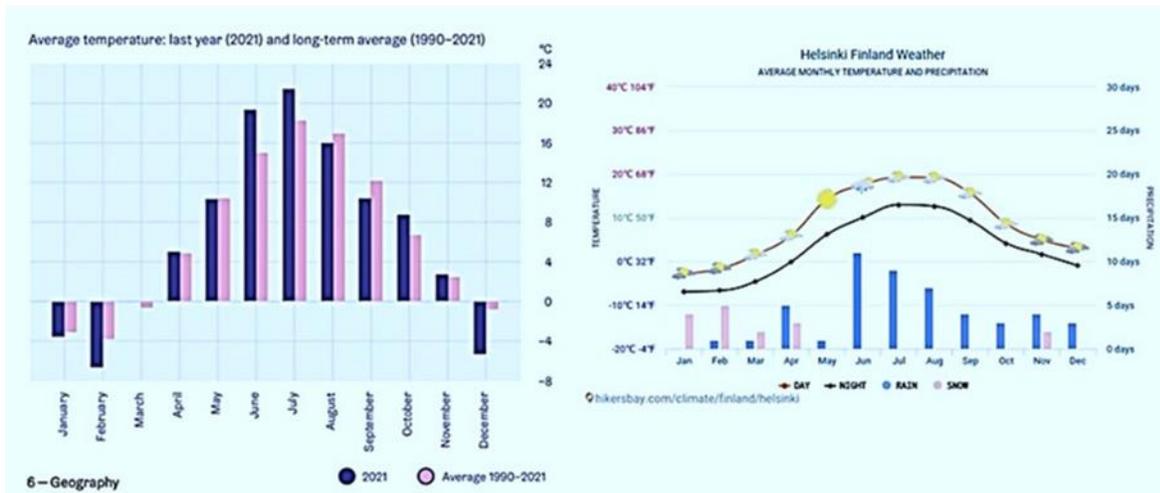
([https://www.google.com/search?q=imagenes+de+personas+vector&scasv=453cf80c9d34ac6b&hl=es&udm=2&biw=1396&bih=632&ei=LlxPZubMOLSFwbkPgOqZ2AQ&ved=0ahUKEwimm-yCh6SGAxW0QjABHSh1BksQ4dUDCBA&uact=5&oq=imagenes+de+personas+vector&gs\\_l=egxnd3Mtd2l6LXNlcnAiG2ltYWdlbmVzIGRIIHBlcnNvbmfzIHZlY3RvcjIFEAAYgAQyBhAAGAgYHjIGEAAyCBgeSMITULUEWMIQcAF4AJABAJgB1QGgAdQKqgEFMC43LjG4AQPIAQD4AQGYAgagAslGwglKEAAYgAQYQxiKBclCBhAAGAcYHsICCBAAGAcYCBgemAMAiAYBkgcDMS41oAfzEg&scient=gws-wiz-serp](https://www.google.com/search?q=imagenes+de+personas+vector&scasv=453cf80c9d34ac6b&hl=es&udm=2&biw=1396&bih=632&ei=LlxPZubMOLSFwbkPgOqZ2AQ&ved=0ahUKEwimm-yCh6SGAxW0QjABHSh1BksQ4dUDCBA&uact=5&oq=imagenes+de+personas+vector&gs_l=egxnd3Mtd2l6LXNlcnAiG2ltYWdlbmVzIGRIIHBlcnNvbmfzIHZlY3RvcjIFEAAYgAQyBhAAGAgYHjIGEAAyCBgeSMITULUEWMIQcAF4AJABAJgB1QGgAdQKqgEFMC43LjG4AQPIAQD4AQGYAgagAslGwglKEAAYgAQYQxiKBclCBhAAGAcYHsICCBAAGAcYCBgemAMAiAYBkgcDMS41oAfzEg&scient=gws-wiz-serp))

### ***Clima***

La temperatura en Helsinki varía entre  $-8^{\circ}\text{C}$  a  $22^{\circ}\text{C}$ , he incluso ha llegado a ser de  $-20^{\circ}\text{C}$  o superior a  $26^{\circ}\text{C}$ , por otro lado, su temporada cálida dura 3 meses es de junio a agosto. La temperatura promedio es de  $16^{\circ}\text{C}$ . Cuando es el mes caluroso, es decir julio, posee una temperatura máxima promedio de  $21^{\circ}\text{C}$  y una temperatura mínima de  $13^{\circ}\text{C}$ . La estación más fría dura casi 4 meses que es más o menos desde finales de noviembre hasta finales de marzo, con una temperatura debajo de los  $2^{\circ}\text{C}$ . El mes más frío del año es febrero, con una temperatura mínima promedio de  $-8^{\circ}\text{C}$  y una temperatura máxima de  $-2^{\circ}\text{C}$ . Las zonas costeras son enfriadas por el golfo de Finlandia, que a su vez las calienta en otoño e invierno. Las lluvias se reparten uniformemente a lo largo del año, aunque en la

temporada de invierno la mayor parte no llueve, pero sí cae nieve o aguanieve. (Kivinen & Tuomi, 2010, pp. 127-128)

**Figura 2. Clima y temperatura**



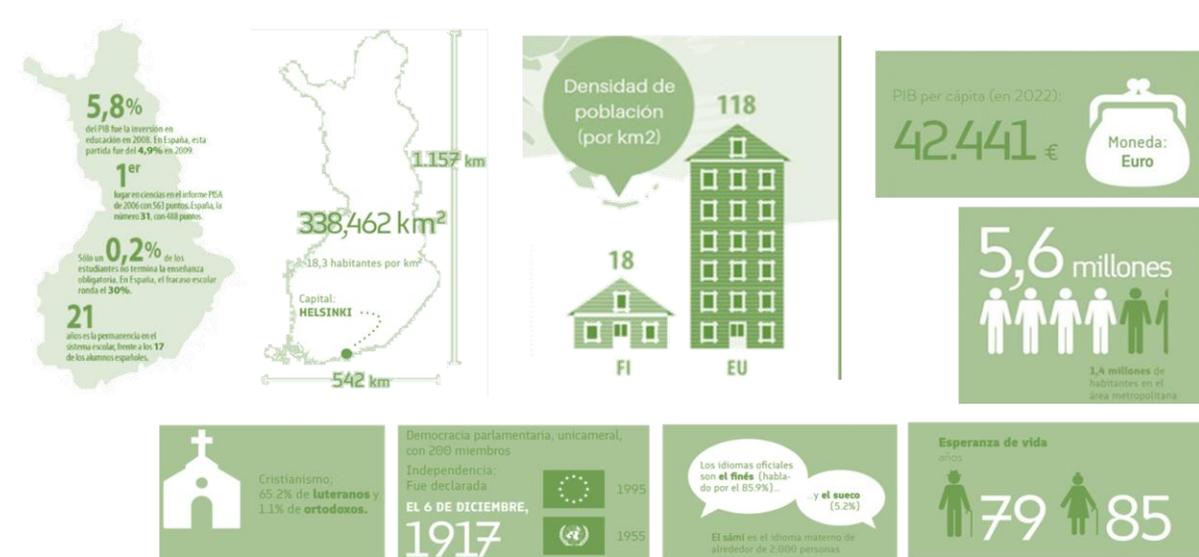
Nota . La temperatura más alta es de 18° y la más baja es de -8°. Información suministrada por la página oficial del concurso .Adaptado de Saint Gobain edition 2024 Helsinki. (<https://architecture-student-contest.saint-gobain.com/edition-2024-helsinki> )

Helsinki, la capital de Finlandia, es una ciudad comprometida con la sostenibilidad y la naturaleza. Con un 40% de su superficie cubierta de áreas verdes, ofrece a sus 665,000 habitantes oportunidades para la recreación y el contacto con la naturaleza. Su red de áreas verdes incluye "dedos verdes" que se extienden hacia el campo, una "palma azul" marítima con playas e islas, y líneas verdes que conectan todo. Esta visión de áreas verdes no es solo para el presente, sino para nutrir a las futuras generaciones. Además, cuenta con 60 áreas de conservación de la naturaleza, destacando Viikin-Vanhankaupunginlahti, una reserva natural cercana que abarca 306 hectáreas. En resumen, Helsinki es una ciudad verde y sostenible que enriquece la vida urbana con la naturaleza.

Densidades. Helsinki. (2023, Octubre 16). En Wikipedia. <https://en.wikipedia.org/wiki/Helsinki>

**Figura 3.**

Densidades



Nota. Finlandia en datos. Tomado de this is finland. <https://finland.fi/es/datos-amp-estadisticas/finlandia-en-datos/>

**Movilidad en Helsinki**

El análisis de la movilidad en Helsinki es un aspecto importante para considerar, ya que está relacionado con la planificación urbana y sostenibilidad, elementos clave en la arquitectura contemporánea.

Sistema de Transporte Público: Examina el sistema de transporte público de Helsinki, que incluye autobuses, tranvías, ferrocarriles y servicios de ferry. Investiga cómo estos modos de transporte están integrados y cómo facilitan la movilidad dentro de la ciudad y sus alrededores. Puedes analizar la eficiencia, la frecuencia y la cobertura de estos servicios.

ha tenido en cuenta la movilidad, la planificación arquitectónica en relación con la accesibilidad y la conectividad con el transporte público, así como las estrategias utilizadas para reducir la congestión del tráfico en el centro de la ciudad:

**Accesibilidad y Conectividad con el Transporte Público**

Helsinki ha adoptado un enfoque integral en la planificación de su desarrollo urbano para garantizar la accesibilidad y la conectividad con el transporte público.

**Planificación de Uso Mixto:**

La ciudad ha fomentado la creación de áreas de uso mixto, donde se combinan viviendas, comercios y lugares de trabajo en proximidad a estaciones de transporte público. Esto facilita que los residentes tengan acceso a servicios y empleos sin depender en gran medida de los automóviles.

***Densificación en Corredores de Transporte:***

Se ha promovido la densificación a lo largo de las rutas de transporte público, especialmente cerca de las estaciones de tren y tranvía. Esto facilita que las personas puedan vivir y trabajar cerca de estas estaciones, reduciendo la necesidad de viajes largos.

***Diseño Peatonal y Ciclovías:***

La incorporación de aceras amplias, áreas peatonales atractivas y una extensa red de ciclovías ha fomentado el uso de bicicletas y caminar como medios de transporte viables.

***Desarrollo Orientado al Tránsito***

Helsinki ha adoptado un enfoque de desarrollo orientado al tránsito al planificar nuevos proyectos de construcción. Esto significa que se prioriza la accesibilidad al transporte público al diseñar edificios y espacios públicos.

**Reducción de la Congestión del Tráfico:**

Helsinki ha implementado una serie de estrategias para reducir la congestión del tráfico en el centro de la ciudad y fomentar la movilidad sostenible

***Peajes Urbanos:***

La ciudad ha considerado la implementación de peajes urbanos en ciertas zonas para desincentivar la entrada de vehículos privados al centro de la ciudad y reducir la congestión.

***Mejora del Transporte Público:***

Se han realizado inversiones significativas en la mejora del transporte público, incluyendo la expansión de la red de tranvías y autobuses, así como la modernización de las estaciones.

***Zonas Peatonales y Espacios Verdes:***

La creación de zonas peatonales y espacios verdes en el centro de la ciudad ha contribuido a hacer que el centro sea más atractivo para los peatones y menos para los automóviles.

***Planificación a Largo Plazo:***

Un aspecto clave del éxito de Helsinki en la integración de la movilidad en el desarrollo urbano es su enfoque a largo plazo y su voluntad de adaptar constantemente su planificación en función de las necesidades cambiantes de la ciudad y las tendencias de movilidad sostenible.

En resumen, Helsinki ha adoptado una estrategia integral que combina la planificación de uso mixto, la mejora del transporte público, la promoción de la movilidad sostenible y la consideración de la accesibilidad en la planificación arquitectónica para abordar eficazmente la movilidad urbana y reducir la congestión del tráfico en el centro de la ciudad. Esta estrategia refleja el compromiso de Helsinki con la sostenibilidad y la calidad de vida de sus residentes.

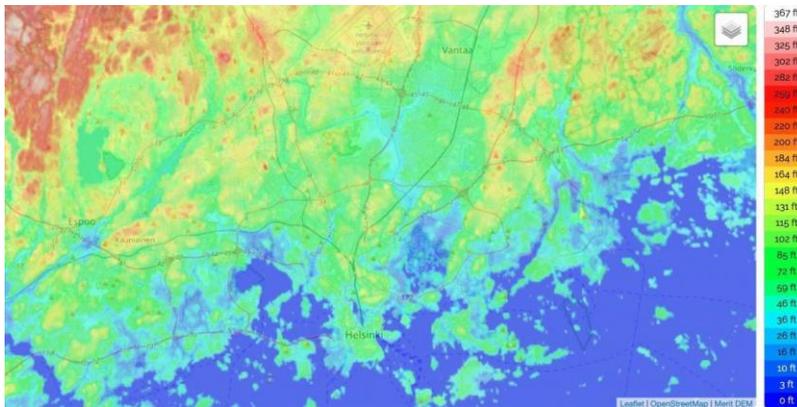
***Clima y topografía***

El mapa topográfico de Helsinki ofrece una visión detallada de la elevación y la topografía de esta ciudad en la península meridional junto al Golfo de Finlandia. Además de mostrar el relieve y el río, proporciona información sobre las altitudes, destacando que Helsinki se encuentra a 26 metros sobre el nivel del mar. La colina Malminkartano Huippu, con sus impresionantes 91 metros de altura, es el punto más elevado y se ha convertido en un popular lugar de recreo. Helsinki es parte de una región metropolitana que incluye otras ciudades, sumando una población de 1.1 millones. Con el 40% de su

superficie dedicada a espacios verdes, la ciudad equilibra la vida urbana con la naturaleza, creando una experiencia única para sus habitantes.

**Figura 4.**

*Mapa topográfico de Helsinki*



Nota. La figura representa la topografía de Helsinki. Tomado de HelsinkiMap360°. 2024.

(<https://es.helsinkimap360.com/mapa-topogr%C3%A1fico-de-helsinki>)

***Distrito de Viikki***

Viikki, un distrito de alrededor de 12,000 habitantes en el noreste de Helsinki, tiene una rica historia que data de 1543. Su nombre original, "Vijch," se traduce al inglés como "Bahía," y se encuentra cerca del sitio histórico de los antiguos rápidos de Helsinge, que más tarde dio nombre a Helsinki. El crecimiento de Viikki empieza aproximadamente en 1960, pues la universidad decide trasladar la facultad de ciencias naturales al campus, luego en 1990 se hicieron los edificios complementarios a la universidad; Actualmente Viikki es un centro de ciencia e investigación, albergando el campus de las ciencias. También es conocido por ser el primer distrito ecológicamente planificado en Finlandia, con un enfoque en la sostenibilidad y la preservación de la naturaleza, la zona cuenta con áreas recreativas y una rica diversidad de especies animales y vegetales, incluida la reserva natural Viikki, que es parte de la red Natura 2000 y un santuario de aves importante en medio de la ciudad. La planificación futura

incluye desarrollo sostenible y la expansión del área del campus, manteniendo su compromiso con la naturaleza y la investigación.

### ***Cultura y entretenimiento***

Entre los espacios que brindan el entretenimiento o actividades que representan la comunidad de helsinki se encuentran:

#### **Figura 5.**

#### *Entretenimiento y cultura*



**Nota.** Cultura y entretenimiento de la ciudad de Helsinki. Tomado de la página oficial del concurso.

<https://architecture-student-contest.saint-gobain.com/edition-2024-helsinki>

### **Fundamentación teórica**

Para captar la intención del proyecto es importante tener una contextualización conceptual previa al desarrollo, pues esta nos dará un primer acercamiento y relación al objetivo de dicho documento, esta dirección de contexto la hemos dividido en dos secciones: Los primarios, que aquellos conceptos específicos que marcan la ruta y desarrollo de la investigación. Los secundarios, son los términos que ayudan a sustentar y respaldar los primarios, no obstante, es importante resaltar y aclarar que tienen una directa relación con los conceptos y la línea de investigación.

## Conceptos Primarios

### ***Relaciones interpersonales:***

Las relaciones interpersonales en relación con el espacio público y privado se refieren a cómo interactuamos y nos relacionamos con los demás en diferentes entornos. En el espacio público, como parques, calles, centros comerciales o lugares de trabajo compartidos, nuestras interacciones tienden a ser más superficiales, influenciadas por normas sociales y culturales. Por ejemplo, nos relacionamos con extraños de manera informal y breve, siguiendo normas de cortesía. En contraste, en el espacio privado, como nuestros hogares o círculos sociales más cercanos, las relaciones son más profundas y significativas, basadas en la confianza y la intimidad. Es importante notar cómo estos dos tipos de espacios se cruzan, como en el caso del lugar de trabajo, donde pueden existir tanto interacciones profesionales como personales con colegas. En resumen, este concepto destaca cómo nuestras interacciones varían según el contexto, desde interacciones superficiales en espacios públicos hasta relaciones más íntimas en espacios privados.

### ***Condiciones Climáticas Extremas:***

Las condiciones climáticas extremas engloban situaciones meteorológicas inusuales y peligrosas como tormentas severas, calor y frío extremos, sequías, inundaciones, tornados, ciclones y nevadas intensas, entre otros eventos. Estos fenómenos naturales pueden tener impactos significativos en la seguridad, la infraestructura y la salud pública, resaltando la importancia de la preparación y la mitigación de riesgos para proteger a las comunidades afectadas.

### ***Interfaz público-privada:***

El concepto de Interfaz Público-Privada (IPP) implica una colaboración estratégica entre el sector público y privado para la ejecución de proyectos de interés público, como infraestructuras y servicios.

Ambas partes contribuyen con recursos y capacidades complementarias, buscando generar sinergias y eficiencias que no serían alcanzables individualmente. Aunque la IPP ofrece beneficios en términos de acceso a financiamiento, gestión eficiente y capacidad de innovación, también enfrenta desafíos como la gestión de riesgos y la transparencia en la contratación. Para asegurar su éxito, es esencial establecer marcos regulatorios claros y mecanismos de supervisión efectivos que garanticen el interés público y la equidad para todas las partes involucradas y la sociedad en su conjunto.

***Envoltentes:***

El concepto de "envoltentes en la arquitectura" se refiere al conjunto de elementos que conforman la piel exterior de un edificio, diseñados para proteger su interior de los elementos climáticos externos y proporcionar confort térmico, acústico y visual a sus ocupantes. Estas envoltentes incluyen componentes como paredes exteriores, techos, ventanas, puertas y sistemas de aislamiento, entre otros. Además de cumplir con funciones prácticas, las envoltentes también juegan un papel estético y expresivo en el diseño arquitectónico, contribuyendo a la identidad visual y la integración contextual del edificio en su entorno urbano o natural. En resumen, las envoltentes en la arquitectura son elementos clave que definen la apariencia, el rendimiento y la funcionalidad de un edificio, al tiempo que garantizan la habitabilidad y la eficiencia energética.

***BIM, o Modelado de Información de Construcción***

Building Information Modeling, por sus siglas en inglés, es una metodología de trabajo colaborativa que utiliza software especializado para crear representaciones digitales tridimensionales de un proyecto de construcción. Estas representaciones contienen información detallada sobre cada componente del edificio, desde su geometría y ubicación hasta sus propiedades físicas y funcionales.

El objetivo principal del BIM es facilitar la coordinación y la comunicación entre los diferentes actores involucrados en el ciclo de vida de un proyecto de construcción, incluyendo arquitectos,

ingenieros, contratistas y propietarios. Al centralizar toda la información en un modelo digital compartido, el BIM permite una colaboración más eficiente y una toma de decisiones mejor informada desde las etapas iniciales de diseño hasta la construcción y el mantenimiento del edificio.

Además de mejorar la coordinación y la comunicación, el BIM ofrece una serie de beneficios, como la detección temprana de conflictos, la optimización del diseño y la planificación, la estimación de costos más precisa, la reducción de errores y retrabajos durante la construcción, y la facilitación de la gestión del ciclo de vida del edificio.

En resumen, el BIM se ha convertido en una herramienta fundamental en la industria de la construcción, permitiendo una gestión más eficiente de los proyectos, una mayor calidad en los resultados y una reducción de los costos y los tiempos de ejecución.

### ***Conceptos Secundarios***

- **Geotermia:** La geotermia es una fuente de energía renovable que aprovecha el calor natural del subsuelo para generar electricidad y proporcionar calefacción y refrigeración de manera sostenible. Se basa en la idea de que la temperatura en el interior de la Tierra es constante y, por lo tanto, puede utilizarse para producir energía de manera continua y respetuosa con el medio ambiente. Esta tecnología implica la perforación de pozos geotérmicos y el intercambio de calor con el subsuelo, lo que la convierte en una opción energética eficiente y de bajo impacto ambiental.
- **Espacios Académicos:** Los espacios académicos son entornos diseñados específicamente para la enseñanza y el aprendizaje, generalmente dentro de instituciones educativas como escuelas, universidades o centros de formación. Estos espacios están diseñados para facilitar la interacción entre estudiantes y profesores, promover la participación activa y ofrecer recursos educativos adecuados. Pueden variar desde aulas tradicionales hasta laboratorios, bibliotecas,

auditorios y espacios al aire libre, todos ellos destinados a fomentar el crecimiento intelectual y el intercambio de conocimientos.

- **Habitabilidad:** La habitabilidad se refiere a las condiciones que hacen que un espacio, ya sea una vivienda, una ciudad o un entorno, sea adecuado y cómodo para que las personas vivan o trabajen en él. Esto implica aspectos como la disponibilidad de servicios básicos, la calidad del aire, la seguridad, la accesibilidad, la comodidad térmica y la sostenibilidad ambiental. La habitabilidad se esfuerza por garantizar un entorno que promueva la salud, el bienestar y la calidad de vida de quienes lo ocupan.
- **Confort:** El confort se refiere a la sensación de bienestar físico y emocional que experimenta una persona en un determinado entorno o situación. Incluye factores como la comodidad térmica, la calidad del aire, la iluminación adecuada y la ergonomía, que contribuyen a un ambiente agradable y propicio para el rendimiento, la relajación y el bienestar general. El diseño y la planificación adecuados son fundamentales para crear espacios que ofrezcan un alto nivel de confort y satisfagan las necesidades de las personas.
- **Ciclo de vida del edificio:** La evaluación de todas las etapas de vida de un edificio, desde la construcción hasta la deconstrucción, para reducir el uso de recursos y la generación de residuos.
- **Recursos y circularidad:** Se refiere a la consideración de la durabilidad de los materiales, la facilidad de reparación y reciclaje, y la minimización de residuos durante la construcción y el desmantelamiento de edificios, en línea con principios de sostenibilidad y economía circular.
- **Emisiones de carbono y consumo de energía:** La reducción de las emisiones de carbono y el uso eficiente de la energía son aspectos clave para lograr edificios sostenibles y respetuosos con el medio ambiente.

## **Capítulo I: Campus Sustentable: Diseño Integrado para Habitabilidad, Eficiencia Energética y**

### **Movilidad**

Esta investigación se inicia con base en cuatro determinantes, que se consideran son el enfoque establecido y arrojado por los estudios y análisis previamente realizados, surgen como principales puntos de intervención y criterios de diseño a la hora de planificar y plantear una solución arquitectónica, funcional y formal. Respondiendo positivamente a las necesidades y problemas identificado y mencionado anteriormente en este documento, dichos aspectos son: Las relaciones interpersonales, condiciones climáticas extremas, interfaz público-privada y las envolventes.

Dentro del contexto, el concurso de Viikki en Finlandia busca promover soluciones arquitectónicas innovadoras y sostenibles que aborden las problemáticas específicas del hábitat, con un enfoque particular en la reconciliación entre lo público y lo privado.

Se sugieren una serie de problemáticas que se relacionan estrechamente con la necesidad de comprender la complejidad del hábitat. La falta de integración social y la disolución de la identidad espacial han generado una crisis en el modelo de ciudad contemporáneo, evidenciando la urgencia de promover propuestas de diseño que fomenten la apropiación del espacio y mejoren la calidad de vida de los ciudadanos. En este sentido, el enfoque propuesto por el concurso de Viikki en Finlandia encuentra relevancia en el marco teórico planteado.

En los estatutos del concurso, Saint Gobain nos indica que se debe considerar múltiples dimensiones en el análisis del hábitat urbano, que va más allá de la configuración física de la ciudad. Para esto se aborda la relación entre lo público y lo privado, entendida no sólo en términos espaciales, sino también en su dimensión económica y sociocultural. La distinción entre la ciudad y lo urbano subraya la complejidad de la vida en entornos urbanos densamente poblados y la necesidad de enfoques integrales que consideren las interacciones entre el espacio físico y las prácticas sociales.

Por otro lado, también destaca la importancia de abordar el hábitat urbano desde una perspectiva multidisciplinar, reconociendo la influencia de factores económicos, políticos, culturales y tecnológicos en la configuración y evolución de las ciudades. La integración de elementos culturales y sociales en propuestas de diseño, así como la consideración de las necesidades y aspiraciones de los ciudadanos, son fundamentales para promover la cohesión social y la identidad comunitaria en entornos urbanos diversificados.

### **Habitabilidad y confort**

Si hablamos de habitabilidad y confort en términos arquitectónicos debemos entender que hacemos referencia a las condiciones con las que se generan los espacios que dignifican o satisfagan la vivienda o las necesidades físicas, psicológicas y sociales que requiere un refugio para una persona o un grupo de personas, es decir dimensiones, usos, características espaciales y de diseño, normativas, entre otras . Refiriéndonos al confort podríamos decir que son las sensaciones que transmiten los espacios al interior de la edificación donde se deben garantizar condiciones óptimas y razonables de temperatura, humedad y ventilación, esto implica que promuevan el bienestar y la salud, permitiendo a las personas desarrollar sus actividades cotidianas de manera cómoda y eficiente.

Según la ONU Hábitat (Organización de las Naciones Unidas) en el 2019 para garantizar la habitabilidad de un espacio o una vivienda se deben contemplar y cumplir siete aspectos importantes.

**Seguridad en la tenencia:** Esta proporciona la protección jurídica necesaria contra el desalojo forzado y otro tipo de causas que amenacen la adquisición del predio.

**Disponibilidad de servicios, materiales, instalaciones e infraestructura:** Este aspecto asegura la provisión de todas las redes competentes para el funcionamiento de una vivienda, agua potable, electricidad, alumbrado, redes sanitarias entre otras.

**Asequibilidad:** Se habla del costo de la vivienda, quiere decir que debe ser un precio razonable para que las personas puedan acceder a dicho predio.

**Habitabilidad:** Son las características y condiciones que garanticen la protección física de cada uno de los habitantes, es decir frío, humedad, calor, lluvia, problemas estructurales y problemas de salud.

**Accesibilidad:** El diseño y la materialidad se deben considerar según la necesidad de los grupos desfavorecidos o personas con discapacidad.

**Ubicación:** La localización debe garantizar un acceso a instalaciones sociales, comerciales, educativas y sanitarias, sin ningún tipo de riesgo.

**Adecuación Cultural:** La vivienda debe respetar la expresión cultural de sus habitantes. Dicho lo anterior, en la estructuración y diseño de la vivienda académica en el campus de Vikki se deben garantizar estos 7 puntos para el éxito del proyecto, y teniendo en cuenta las características climáticas del lugar el reto es garantizar según la habitabilidad la protección al frío, pues tenemos temperaturas muy bajas que podrían llegar a afectar este confort térmico, que lo podemos definir como uno de los aspectos fundamentales de la arquitectura, ya que a nivel del usuario es uno de los encargados de la satisfacción mental y física con respecto al entorno térmico, que se ve afectado por factores propiamente naturales como la temperatura, la humedad, la velocidad del aire y la radiación térmica. Diversos estudios han demostrado que el confort térmico tiene un impacto significativo en la salud, el rendimiento académico, laboral y la productividad, influyendo directamente en el bienestar y la productividad de los ocupantes de un edificio.

### ***Arquitectura Bioclimática***

Por otro lado, para garantizar los demás ítems que menciona la ONU, debemos empezar a hablar de otro concepto que también nos concierne, y abre un gran campo de estudio y variables para la

secuencia de dicha normativa y posteriormente ser aplicada al proyecto. Se trata de la Arquitectura Bioclimática; que se basa en principios y criterios de diseño pasivos para que las edificaciones aprovechen al máximo los elementos naturales del entorno para generar condiciones óptimas de confort ya sea acústico, térmico, lumínico o de ventilaciones, entre otras, al interior de dichos edificios, con el objetivo netamente de reducir y minimizar el consumo de energías renovables, la generación de CO2 y el impacto ambiental. Y por medio de este concepto, las estrategias que este conlleva y las determinantes que ya están establecidas en el lugar y predio a intervenir se pretende responder y completar estos aspectos faltantes para cumplir con la habitabilidad y el confort del proyecto con la ayuda de las herramientas arquitectónicas como lo son el espacio público, materialidad y diseño, entre otros. Por lo tanto, podríamos sacar una pequeña conclusión con base a estos criterios ya mencionados anteriormente y que convierten el campus universitario de Helsinki en un lugar moldeable, adaptable y posteriormente apto para garantizar la habitabilidad y la vivienda humana.

Entre las estrategias bioclimáticas más comunes se encuentran

- **Orientación solar:** El diseño del edificio debe considerar la orientación del sol para maximizar la ganancia de calor solar en invierno y minimizarla en verano.
- **Aislamiento térmico:** La utilización de materiales aislantes adecuados en paredes, techos y suelos es fundamental para controlar la transferencia de calor hacia el interior y el exterior del edificio.
- **Ventilación natural:** La ventilación natural aprovecha las corrientes de aire para renovar el aire interior y eliminar el exceso de calor o humedad.
- **Protección solar:** El uso de elementos como toldos, persianas o vegetación para proteger las aberturas del edificio de la radiación solar directa es esencial para controlar la ganancia de calor en verano.

- **Materiales de construcción:** La elección de materiales de construcción con propiedades térmicas adecuadas puede contribuir significativamente al confort térmico interior.

### ***Beneficios de la arquitectura bioclimática***

La aplicación de los principios de la arquitectura bioclimática en el diseño de edificios ofrece numerosos beneficios, entre los que destacan:

- **Mejora del confort térmico:** Los edificios bioclimáticos proporcionan un ambiente interior más confortable y saludable para sus ocupantes.
- **Reducción del consumo de energía:** Al minimizar la necesidad de sistemas de calefacción y refrigeración artificiales, la arquitectura bioclimática contribuye a la reducción del consumo energético de los edificios.
- **Disminución del impacto ambiental:** La menor dependencia de combustibles fósiles para la climatización interior reduce las emisiones de gases de efecto invernadero y el impacto ambiental de los edificios.
- **Creación de espacios más sostenibles:** La arquitectura bioclimática promueve la construcción de edificios más sostenibles y respetuosos con el medio ambiente.

### ***Estudios de caso Bioclimáticos***

Existen numerosos ejemplos de arquitectura bioclimática se encuentran alrededor del mundo, demostrando la efectividad de este enfoque en la creación de edificios confortables y energéticamente eficientes. Algunos ejemplos destacados incluyen:

- **Casa del Sol, Dinamarca:** Esta casa unifamiliar diseñada por Jørgen Østergård en 1973 utiliza principios bioclimáticos como la orientación solar, la ventilación natural y el aislamiento térmico

para crear un ambiente interior confortable sin necesidad de sistemas de calefacción o refrigeración artificiales.

**Figura 6**

*Casa del sol en Dinamarca*



*Nota.* Imagen casa del sol. Tomado de cook island. <https://cookislands.travel/supplier/casa-del-sol>

**Edificio Masdar, Emiratos Árabes Unidos:** Este complejo de oficinas y viviendas diseñado por Adrian Smith en 2009 incorpora estrategias bioclimáticas avanzadas como la fachada ventilada, la energía solar y la reutilización del agua para crear un oasis sostenible en el desierto.

**Figura 7**

*Edificio Masdar*



*Nota.* Edificio Masdar, United Arab Emirates. Foto tomada por WikiArquitectura - The Architecture Encyclopedia el 2021.( <https://es.wikiarquitectura.com/edificio/instituto-masdar/>)

- **Centro de Investigación Ambiental NREL, Estados Unidos:** Este edificio diseñado por Thompson Architects en 1995 utiliza estrategias bioclimáticas como la orientación solar, la ventilación natural y la masa térmica para minimizar el consumo de energía y crear un ambiente interior confortable.

La arquitectura bioclimática se presenta como una alternativa sostenible y eficiente para el diseño de edificios que prioricen el confort térmico de sus ocupantes, minimizando el consumo de energía y el impacto ambiental. La investigación y el desarrollo continuo en esta área son fundamentales para promover la construcción de edificios más saludables, sostenibles y resilientes en el futuro.

## Materialidad, captación de calor y energía térmica

### **Materialidad**

Los materiales de construcción son aquellos elementos, compuestos y productos que se utilizan para la elaboración de las edificaciones, y todo lo que estas conllevan, es decir: Estructuras, viviendas e infraestructuras. Se caracterizan por sus propiedades físicas y mecánicas que les permiten cumplir con funciones específicas dentro de una obra.

#### Clasificación de los materiales de construcción

Los materiales de construcción se pueden clasificar en dos grandes grupos:

- **Materiales naturales:** Son aquellos que se encuentran en la naturaleza sin necesidad de un procesamiento previo significativo. Algunos ejemplos incluyen:
  - Piedra: Utilizada en cimentaciones, muros, pavimentos y revestimientos.
  - Madera: Empleada en estructuras de cubiertas, marcos de puertas y ventanas, encofrados y mobiliario.
  - Arcilla: Materia prima para la fabricación de ladrillos, tejas y elementos cerámicos.
  - Arena: Agregado esencial para la elaboración de hormigón y mortero.
  - Agua: Indispensable para la mezcla del hormigón y el mortero, además de ser utilizada en instalaciones hidráulicas.
- **Materiales artificiales:** Son aquellos que se obtienen a partir de la transformación de materias primas naturales mediante procesos industriales. Algunos ejemplos incluyen:
  - Cemento: aglomerante principal del hormigón, utilizado en estructuras, cimentaciones y pavimentos.
  - Acero: Material resistente y versátil empleado en estructuras metálicas, armaduras de hormigón y vigas.

- Vidrio: Utilizado en ventanas, puertas, fachadas y elementos decorativos.
- Plásticos: Materiales ligeros y duraderos con diversas aplicaciones en construcción, como tuberías, aislamientos y revestimientos.
- Hormigón armado: Compuesto de cemento, arena, grava y acero, utilizado en estructuras, cimentaciones, losas y vigas.

Propiedades de los materiales de construcción Las propiedades más importantes de los materiales de construcción son:

- **Resistencia mecánica:** Capacidad del material para soportar cargas y esfuerzos sin romperse o deformarse excesivamente.
- **Durabilidad:** Resistencia del material al desgaste, la corrosión y los agentes externos a lo largo del tiempo.
- **Aislamiento térmico:** Capacidad del material para impedir la transferencia de calor entre el interior y el exterior de una edificación.
- **Aislamiento acústico:** Capacidad del material para reducir la transmisión de ruido a través de las paredes, techos y suelos.
- **Peso específico:** Relación entre la masa del material y su volumen.
- **Trabajabilidad:** Facilidad con la que el material puede ser moldeado, cortado o unido a otros materiales.
- **Costo:** Inversión necesaria para adquirir y utilizar el material en la obra.

Selección de materiales de construcción

La selección de los materiales de construcción adecuados para un proyecto específico depende de diversos factores, como:

- **El tipo de estructura:** Las necesidades estructurales de una vivienda, un edificio comercial o una obra civil difieren significativamente.

- **Las condiciones climáticas:** Los materiales deben ser capaces de soportar las condiciones climáticas de la zona donde se construirá la obra.
- **Los requisitos estéticos:** Los materiales deben contribuir a la estética deseada para la edificación.
- **La disponibilidad de materiales:** La selección debe considerar la disponibilidad y accesibilidad de los materiales en la región.
- **El presupuesto del proyecto:** El costo de los materiales es un factor importante que debe ser considerado en la toma de decisiones.

### ***Conclusión***

Los materiales de construcción son elementos fundamentales para la creación de estructuras seguras, funcionales y estéticamente agradables. La selección adecuada de los materiales, considerando sus propiedades y características, es crucial para el éxito de cualquier proyecto de construcción, pues en su función también está gran parte de la satisfacción del usuario.

### ***Materiales para climas fríos***

La elección de los materiales de construcción adecuados es crucial para el éxito de cualquier proyecto, y esto se vuelve aún más importante en entornos con climas extremos. Los materiales deben ser capaces de soportar las condiciones climáticas adversas y garantizar la habitabilidad y la durabilidad de la estructura

Consideraciones para la selección de materiales en climas extremos:

- **Clima frío:**
  - **Aislamiento térmico:** Es fundamental utilizar materiales con alta capacidad de aislamiento térmico para evitar la pérdida de calor en el interior de la vivienda. Algunos

ejemplos incluyen lana de vidrio, espuma de poliuretano y paneles de poliestireno expandido (EPS).

- **Resistencia a la nieve y al viento:** Los materiales deben ser capaces de soportar el peso de la nieve y las fuertes ráfagas de viento. Se recomienda utilizar tejas de metal o pizarra para los techos, y revestimientos de ladrillo o madera para las paredes.
- **Ventanas y puertas:** Las ventanas y puertas deben ser de alta eficiencia energética y contar con sellados herméticos para evitar la entrada de aire frío.

## Vidrio

El vidrio es un material inorgánico, duro, frágil y transparente que se encuentra en la naturaleza, aunque también puede ser producido por el ser humano. Se obtiene mediante la fusión a alta temperatura de arena de sílice (dióxido de silicio), carbonato de sodio (soda) y caliza (carbonato de calcio). Esta mezcla se funde a temperaturas que oscilan entre los 1.500 y los 1.700 grados Celsius, y luego se moldea y enfría rápidamente para solidificarla en forma vítrea.

### *Propiedades del vidrio*

#### *Propiedades físicas:*

- **Transparencia:** El vidrio permite el paso de la luz, lo que lo convierte en un material ideal para ventanas, lentes y otras aplicaciones ópticas.
- **Dureza:** El vidrio es un material duro y resistente a los rayones, lo que lo hace adecuado para su uso en superficies que requieren resistencia al desgaste.
- **Fragilidad:** El vidrio es un material frágil y puede romperse fácilmente si se golpea o se somete a tensiones bruscas.

- **Resistencia a la corrosión:** El vidrio es resistente a la mayoría de los ácidos y bases, lo que lo hace un material ideal para su uso en ambientes corrosivos.
- **Aislamiento eléctrico:** El vidrio es un buen aislante eléctrico, lo que lo hace útil en aplicaciones eléctricas y electrónicas.
- **Reciclabilidad:** El vidrio es un material 100% reciclable, lo que lo convierte en una opción sostenible para la fabricación y el consumo.

### *Tipos de vidrio*

Existen diversos tipos de vidrio, cada uno con propiedades específicas adaptadas a diferentes aplicaciones. Algunos ejemplos incluyen:

- **Vidrio float:** Es el tipo de vidrio más común, utilizado en ventanas y espejos.
- **Vidrio templado:** Es un vidrio más resistente y seguro que el vidrio float, se utiliza en puertas, mamparas de ducha y otras aplicaciones donde se requiere mayor seguridad.
- **Vidrio laminado:** Consiste en dos o más capas de vidrio unidas por una película intermedia, lo que lo hace más resistente a los impactos y roturas. Se utiliza en ventanas, parabrisas y otras aplicaciones donde se requiere mayor seguridad.
- **Vidrio de baja emisividad:** Este tipo de vidrio tiene un revestimiento especial que reduce la transferencia de calor, lo que lo hace ideal para mejorar el aislamiento térmico en edificios.

### *Aplicaciones del vidrio*

El vidrio es utilizado en una amplia variedad de aplicaciones, entre las que se incluyen:

- **Construcción:** Ventanas, puertas, mamparas, espejos, fachadas, componentes estructurales y decorativos.
- **Envases:** botellas, frascos, tarros para alimentos, cosméticos y otros productos.

- **Cristalería:** Copas, vasos, vajilla, objetos decorativos.
- **Automotriz:** Parabrisas, ventanas, lunas traseras.
- **Electrónica:** Pantallas, componentes electrónicos.
- **Medicina:** Jeringas, implantes, prótesis.
- **Investigación científica:** Instrumentos de laboratorio, tubos de ensayo.

### ***El vidrio como elemento constructivo: Un material versátil y sostenible***

El vidrio ha trascendido su uso milenario en ventanas y botellas para convertirse en un elemento fundamental de la construcción moderna. Sus propiedades únicas lo convierten en un material versátil y sostenible que aporta múltiples beneficios a la arquitectura.

#### ***Transparencia y Luminosidad:***

Una de las características más valoradas del vidrio es su transparencia. Permite el paso de la luz natural, creando espacios interiores luminosos y amplios. Esto no solo mejora la calidad de vida de los ocupantes, sino que también reduce la necesidad de iluminación artificial, lo que se traduce en un menor consumo de energía.

#### ***Aislamiento Térmico y Acústico:***

El vidrio puede ser tratado para ofrecer excelentes propiedades de aislamiento térmico y acústico. Los vidrios dobles o triples, con cámaras de aire entre ellos, actúan como barrera contra el frío, el calor y el ruido exterior. Esto contribuye a la eficiencia energética de los edificios y al confort interior de sus habitantes.

***Seguridad:***

El vidrio laminado, compuesto por varias capas unidas por una película intermedia, ofrece una mayor seguridad en comparación con el vidrio tradicional. Su mayor resistencia lo hace ideal para fachadas, puertas, ventanas y otras aplicaciones donde se requiere protección contra impactos, robos y eventos climáticos extremos.

***Diseño Arquitectónico:***

La flexibilidad del vidrio en cuanto a su forma y tamaño lo convierte en un material ideal para el diseño arquitectónico. Permite crear fachadas modernas y llamativas, así como integrar elementos estructurales en escaleras, barandillas y techos. Esta versatilidad abre un mundo de posibilidades para arquitectos y diseñadores.

***Sostenibilidad:***

El vidrio es un material 100% reciclable, lo que lo convierte en una opción sostenible para la construcción. Además, su capacidad para aprovechar la luz natural reduce la necesidad de iluminación artificial, disminuyendo el consumo de energía y las emisiones de CO<sub>2</sub>.

***Mantenimiento y Durabilidad:***

El vidrio es un material fácil de limpiar y mantener, tanto en interiores como en exteriores. Su resistencia a la corrosión y a la decoloración asegura su durabilidad a lo largo del tiempo, minimizando los costos de mantenimiento y reposición.

En resumen, el vidrio se ha convertido en un elemento esencial en la construcción moderna gracias a su versatilidad, sus propiedades únicas y su contribución a la sostenibilidad. Su uso en

fachadas, ventanas, puertas, elementos estructurales y decorativos permite crear espacios luminosos, seguros, eficientes y estéticamente agradables.

***Optimizando el confort térmico en el campus universitario de Viikki: Un enfoque en el diseño modular y la doble piel de vidrio***

El campus universitario de Viikki se caracteriza por estar ubicado en un clima extremadamente frío, lo que presenta un desafío significativo para el diseño de edificios que garanticen el confort térmico de los ocupantes. En este contexto, la implementación de estrategias efectivas para el control de la temperatura interior resulta crucial para crear un ambiente de aprendizaje y trabajo óptimo.

***Estrategia propuesta:***

En este documento, se propone la implementación de un sistema de muro cortina modular con doble piel de vidrio como estrategia principal para mejorar el confort térmico en los edificios del campus de Viikki. Esta solución ofrece múltiples beneficios que la convierten en una opción ideal para enfrentar las condiciones climáticas extremas de la región.

Beneficios del muro cortina modular con doble piel de vidrio:

- **Aislamiento térmico superior:** La doble piel de vidrio crea una cámara de aire entre las capas de vidrio, actuando como una barrera efectiva contra la transferencia de calor. Esto reduce significativamente la pérdida de calor hacia el exterior, manteniendo un ambiente interior más cálido y confortable durante los meses fríos.
- **Flexibilidad en el diseño:** La configuración modular del muro cortina permite una gran flexibilidad en el diseño de las fachadas. Esto facilita la adaptación del sistema a las necesidades específicas de cada edificio, considerando factores como la orientación, la altura y la estética.

- **Posibilidad de incorporar aislamiento adicional:** El modularidad del sistema permite la incorporación de aislamientos adicionales entre las capas del vidrio, si las condiciones climáticas lo requieren. Esto ofrece un margen de ajuste para optimizar el rendimiento térmico en climas extremadamente fríos.
- **Control solar y aprovechamiento de la luz natural:** La selección adecuada de vidrios con propiedades de control solar permite aprovechar la luz natural para calentar el interior del edificio durante el día, reduciendo la necesidad de calefacción artificial. Además, se puede integrar ventilación natural para mantener un flujo constante de aire fresco sin comprometer el confort térmico.
- **Eficiencia energética:** La reducción de la demanda de calefacción y refrigeración artificial se traduce en una mayor eficiencia energética del edificio, lo que a su vez genera ahorros en costos operativos y contribuye a la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub>.

La implementación de un sistema de muro cortina modular con doble piel de vidrio en los edificios del campus universitario de Viikki representa una estrategia integral para optimizar el confort térmico y mejorar la eficiencia energética. Esta solución no solo garantiza un ambiente interior confortable para los ocupantes durante todo el año, sino que también contribuye a la creación de un campus más sostenible y respetuoso con el medio ambiente.

### **Muro cortina modular y doble piel de vidrio**

El sistema de muro cortina modular (unitized) representa una evolución significativa del sistema stick tradicional, introduciendo la innovadora idea de una "célula independiente" o módulo. A diferencia del stick, donde los montantes y travesaños se ensamblan en obra, el sistema modular es preensamblado en fábrica, optimizando la calidad, la eficiencia y la precisión del proceso.

Ventajas del sistema modular:

- **Mayor calidad:** El montaje y sellado del vidrio se realizan en taller bajo condiciones controladas, garantizando una mayor hermeticidad y un menor riesgo de errores o defectos. Esto se traduce en una fachada más duradera y resistente a las inclemencias del clima.
- **Reducción de trabajos en obra:** Al llegar preensamblados, los módulos minimizan la necesidad de manipulación y ensamblaje en el sitio, simplificando la instalación y reduciendo significativamente los tiempos de ejecución. Esto se traduce en ahorros en mano de obra, costos y posibles retrasos en el proyecto.
- **Precisión y control dimensional:** La prefabricación en fábrica permite un mayor control sobre las tolerancias dimensionales de los módulos, asegurando un ajuste perfecto entre ellos y una fachada alineada y uniforme. Esto se traduce en una estética más limpia y atractiva.
- **Flexibilidad y adaptabilidad:** El sistema modular ofrece una gran versatilidad, permitiendo adaptar el diseño de la fachada a diferentes necesidades y requerimientos estéticos. La variedad de módulos disponibles, incluyendo opciones de doble piel de vidrio, facilita la creación de soluciones personalizadas para cada proyecto.
- **Seguridad mejorada:** La prefabricación en taller permite implementar medidas de seguridad más robustas durante el proceso de ensamblaje, garantizando una mayor resistencia estructural de la fachada y minimizando los riesgos de accidentes durante la instalación.

***Componentes del sistema modular:***

A diferencia del sistema stick, que utiliza presores y tapetes para el ensamblaje en obra, el sistema modular se compone principalmente de:

- **Montantes:** Los montantes son perfiles verticales que forman parte de la estructura principal de una fachada. Estos elementos son fundamentales en sistemas de fachadas cortina, fachadas

ventiladas y otros tipos de revestimiento exterior. Su función principal es sostener los paneles de revestimiento de la fachada, como paneles de vidrio, aluminio, acero u otros materiales.

***Características de los montantes:***

- **Material:** Los montantes se fabrican con diversos materiales, como aluminio, acero inoxidable, madera o PVC. La elección del material depende de las características específicas del proyecto, como la carga que deben soportar, la resistencia a la corrosión o el aspecto estético deseado.
- **Forma:** Los montantes pueden tener diferentes formas, como perfiles rectangulares, en forma de T o en forma de I. La forma del montante se selecciona en función del tipo de panel de revestimiento que se utilizará y de la estética deseada para la fachada.
- **Dimensiones:** Las dimensiones de los montantes varían según el proyecto y las cargas que deben soportar. En general, se utilizan montantes más anchos y robustos en fachadas que deben soportar mayores cargas, como fachadas de gran altura o ubicadas en zonas con condiciones climáticas extremas.

***Configuración macho-hembra:***

La configuración macho-hembra es una característica común en los sistemas de fachada. Un montante tiene una parte saliente (macho) y el otro tiene una parte encajada (hembra). Esta configuración permite que los montantes se ensamblan de manera que los paneles de revestimiento puedan colocarse en su lugar de manera segura y estable.

Ventajas de la configuración macho-hembra:

- **Facilidad de montaje:** La configuración macho-hembra simplifica el proceso de montaje de la fachada, ya que los montantes se encajan entre sí sin necesidad de herramientas o técnicas especiales.

- **Estabilidad:** La conexión macho-hembra proporciona una unión sólida y segura entre los montantes, lo que garantiza la estabilidad de la fachada y la resistencia a las cargas externas.
- **Sellado:** La configuración macho-hembra también puede contribuir a un mejor sellado de la fachada, protegiéndola contra la entrada de agua, polvo u otros elementos externos.

En resumen, los montantes son elementos estructurales esenciales en las fachadas, proporcionando soporte y estabilidad a los paneles de revestimiento. La configuración macho-hembra es una característica común que facilita el montaje, la estabilidad y el sellado de la fachada.

- **Travesaños:** Los travesaños son perfiles horizontales que se utilizan en la construcción de fachadas y otros tipos de estructuras para conectar los montantes verticales entre sí. Estos perfiles proporcionan soporte y estabilidad a la estructura general y, en el caso de las fachadas, sirven como puntos de apoyo para los paneles de vidrio u otros materiales de revestimiento.

#### ***Características de los travesaños:***

- **Material:** Los travesaños se fabrican con diversos materiales, como aluminio, acero inoxidable, madera o PVC. La elección del material depende de las características específicas del proyecto, como la carga que deben soportar, la resistencia a la corrosión o el aspecto estético deseado.
- **Forma:** Los travesaños pueden tener diferentes formas, como perfiles rectangulares, en forma de T o en forma de I. La forma del travesaño se selecciona en función del tipo de panel de revestimiento que se utilizará y de la estética deseada para la fachada.
- **Dimensiones:** Las dimensiones de los travesaños varían según el proyecto y las cargas que deben soportar. En general, se utilizan travesaños más anchos y robustos en fachadas que deben soportar mayores cargas, como fachadas de gran altura o ubicadas en zonas con condiciones climáticas extremas.

***Función estructural:***

Los travesaños cumplen una función estructural fundamental en las fachadas:

- **Distribución de cargas:** Distribuyen el peso de los paneles de revestimiento de manera uniforme a lo largo de la fachada, evitando que se concentre en puntos específicos y comprometiendo la estabilidad de la estructura.
- **Resistencia a cargas:** Proporcionan resistencia contra cargas de viento, nieve y otras fuerzas externas que podrían deformar o desestabilizar la fachada.
- **Rigidez:** Contribuyen a la rigidez general de la fachada, haciéndola más resistente a vibraciones y deformaciones.

***Función estética:***

Además de su función estructural, los travesaños también pueden desempeñar un papel estético en el diseño de la fachada:

- **Definición visual:** Ayudan a definir la modulación y el aspecto visual de la fachada, creando líneas horizontales que marcan la altura y la anchura de los paneles de revestimiento.
- **Acabados:** Los travesaños pueden tener diferentes acabados (anodizado, pintura, etc.) que contribuyen a la estética general de la fachada y la armonizan con el estilo arquitectónico del edificio.
- **Integración con otros elementos:** Los travesaños pueden integrarse con otros elementos de la fachada, como barandillas o elementos decorativos, creando un diseño coherente y atractivo.

En resumen, los travesaños son elementos horizontales esenciales en la construcción de fachadas, ya que conectan los montantes verticales y proporcionan soporte estructural para los paneles de revestimiento, como el vidrio. Su diseño y ubicación juegan un papel crucial tanto en la estabilidad como en la estética de la fachada.

- **Vidrio:** Más que un simple elemento estético, el vidrio se ha convertido en un elemento fundamental en la arquitectura moderna, no solo por su atractivo estético, sino también por sus múltiples propiedades funcionales. En las fachadas, el vidrio juega un papel crucial, aportando transparencia, luminosidad y una conexión visual con el exterior.

#### ***Tipos de vidrio para fachadas:***

La elección del tipo de vidrio para una fachada depende de diversos factores, como las necesidades de aislamiento térmico y acústico del proyecto, las condiciones climáticas de la zona y la estética deseada. Entre las opciones más comunes encontramos:

- **Vidrio simple:** Es la opción más económica, pero ofrece un menor aislamiento térmico y acústico. Se utiliza principalmente en proyectos donde la eficiencia energética no es una prioridad o en climas templados.
- **Vidrio doble:** Compuesto por dos paneles de vidrio separados por una cámara de aire, este tipo de vidrio proporciona un mayor aislamiento térmico y acústico que el vidrio simple. Es una opción popular en climas fríos o templados donde se busca reducir la pérdida de calor y el ruido exterior.
- **Vidrio triple:** Formado por tres paneles de vidrio y dos cámaras de aire, ofrece el máximo aislamiento térmico y acústico. Es ideal para proyectos en climas extremos o donde el ruido exterior es un factor importante.

En resumen, el vidrio no es solo un elemento decorativo en las fachadas, sino un componente esencial que contribuye a la eficiencia energética, el confort acústico, la seguridad y la estética del edificio. La elección del tipo de vidrio adecuado depende de las necesidades específicas de cada proyecto y de las condiciones climáticas de la zona.

- Considerando una de las condiciones del concurso que implica el uso de materiales de Saint-Gobain, se sugiere la incorporación de los vidrios Andino COOL-LITE® SK. Estos vidrios forman parte de una familia de productos de baja emisividad y control solar, lo que garantiza una reducción significativa en la transmisión del calor y un alto coeficiente de aislamiento. Los vidrios SK se caracterizan por su doble capa de plata, lo que permite mantener su eficiencia energética sin comprometer su rendimiento.

De acuerdo con la información proporcionada en el folleto de Saint-Gobain, el vidrio COOL-LITE® SK ofrece las características específicas necesarias para garantizar el confort térmico en el proyecto propuesto para el campus universitario de Viikki, las cuales son:

- Ofrecen diferentes niveles de desempeño dependiendo de los requerimientos del proyecto. Regulan el calor que se transmite al interior de un espacio y son ideales para el aprovechamiento de la luz natural.
- El vidrio SK es ideal para cualquier época del año puesto que tiene propiedades térmicas al impedir que el calor ingrese al interior y propiedades de aislamiento que hacen que el vidrio disminuya la pérdida de energía entre dos ambientes con temperaturas diferentes.
- El uso de vidrio de control solar logra espacios luminosos mientras evita el deslumbramiento y calentamiento excesivo del edificio debido al calor del sol. Además, aprovecha la luz natural reduciendo las horas de uso de luz artificial. A través de la orientación, tamaño y cantidad de ventanas en un edificio, se puede controlar el ingreso de calor del sol.
- Los vidrios Cool-Lite SK deben ir ensamblados en vidrio laminado en cara #2, o en doble/triple acristalamiento. Están disponibles en dos versiones: Como vidrio recocido y en versión a templar.

### **Figura 8**

*vidrios Cool-Lite SK*



Nota. Tomado de brochure COOL-LITE® SK Vidrios andino. (<https://www.vidrioandino.com/productos/cool-liter-sk>)

### Tabla 1

#### VALORES DE DESEMPEÑO 2

*Espesores Estándar: 4 y 6 mm. Otros espesores: Consultar con el equipo de especificación*

*Dimensiones: Consultar con el equipo de especificación Valores calculados según los estándares EN 410 (2011-04) y EN 673 (2011-04)*

Producto	Aspecto	Transmisión de luz TL(%)	Reflexión de Luz Externa Lre (%)	Reflexión de Luz Interna Lri (%)	Factor solar g	Coefficiente de Sombra CS	Valor U
Valores para vidrio Laminado 4 mm + PVB 0.76 mm + 4 mm con la capa en cara #2							
Cool Lite SKN 154 II	Neutro	47%	23%	29%	0,32	0,37	5,5
Cool Lite SKN 154	Neutro	49%	22%	25%	0,33	0,38	5,5
Cool Lite SKN 165 II	Neutro	57%	22%	24%	0,36	0,42	5,5
Cool Lite SKN 165	Neutro	58%	21%	22%	0,37	0,42	5,5
Cool Lite SKN 176 II	Neutro	69%	16%	18%	0,39	0,45	5,5
Cool Lite SKN 176	Neutro	69%	16%	17%	0,39	0,45	5,5
Valores para vidrio de doble acristalamiento 6 mm + Cámara Aire 12 mm + 6 mm con la capa en cara #2							
Cool Lite SKN 144 II	Neutro	41%	20%	15%	0,24	0,27	1,6
Cool Lite SKN 146 II	Neutro	40%	11%	11%	0,25	0,29	1,6
Cool Lite SKN 154 II	Neutro	50%	17%	22%	0,28	0,32	1,5
Cool Lite SKN 154	Neutro	50%	18%	21%	0,28	0,32	1,5
Cool Lite SKN 165 II	Neutro	60%	16%	18%	0,34	0,39	1,5
Cool Lite SKN 165	Neutro	59%	16%	18%	0,34	0,39	1,5
Cool Lite SKN 176 II	Neutro	68%	13%	15%	0,37	0,43	1,5
Cool Lite SKN 176	Neutro	68%	13%	15%	0,37	0,43	1,5
Cool Lite SKN 183 II	Neutro	73%	12%	13%	0,40	0,46	1,5
Cool Lite SKN 183	Neutro	73%	12%	13%	0,40	0,46	1,5
Cool Lite SKS 143 II	Plata	37%	31%	11%	0,21	0,24	1,6
Cool Lite SKS 146 II	Plata	42%	30%	18%	0,24	0,27	1,6

Nota. tabla extraída brochure COOL-LITE® SK vidrios andino <https://prod-vidrioandino-com.content.saint-gobain.io/sites/d8-vidrioandino.com/files/2022-06/COOL%20LITE%20SK.pdf>.

teniendo en cuenta la tabla de valores de desempeño, la mejor opción es el vidrio COOL-LITE® SKN 144 II, es un producto con una Transmisión Luminosa media (TL 42%), combinado con un factor solar muy reducido (g=0.23) y alto aislamiento térmico con baja Transmitancia (Ug 1,1 W/m2K).

teniendo en cuenta sus aplicaciones y características así:

**Aplicaciones**

Por sus características, COOL-LITE® SKN 144 II es una solución adecuada para su aplicación en edificios con mucha superficie de vidrio o muy expuesto a radiación directa, donde se desee un elevado control solar, manteniendo un aporte de luz natural, como:

- Muros Cortina.

-Oficinas.

-Lucernarios.

- **Configuración**

COOL-LITE® SKN 144 II tiene que estar siempre ensamblado en un doble o triple acristalamiento, con la capa posicionada en la cara en contacto con la cámara del vidrio exterior, comúnmente conocida como cara #2.

COOL-LITE® SKN 144 II, es la versión a templar, la cual no se puede ensamblar sin someterse a templado/termoendurecido, por lo que siempre ha de instalarse con tratamiento térmico previo debido a la alta absorción energética de la capa.

- **Beneficios**

-Aspecto neutro y reflexión alta (RL 20%).

-Elevada protección solar.

-Aislamiento térmico.

-Confort visual de los usuarios, reduciendo el riesgo de deslumbramiento.

-Ahorro energético y reducción de huella de carbono operacional.

- **Características Técnicas**

<b>Prestaciones del vidrio</b>	Control solar	Si
	Bajo emisivo	Sí
	Selectivo	Si
<b>Sistemas</b>		
	Muro cortina	Si
	Ventana	Si
<b>Usos del edificio</b>	Oficinas	Si

Figura 9

Ficha técnica COOL-LITE

**6 FT (16 AIR) 6**  
COOL-LITE SKN 144 II R2

**Tipo de acristalamiento**

- Vidrio 1: PLANCLEAR (6mm) - Templado
- Cámara 1: AIR 16 mm
- Vidrio 2: PLANCLEAR (6mm) - Recocido

**Datos de prestaciones simuladas**

<b>Factores Lumínicos</b>	CE (15-2006)
Transmisión Lumínica (TL)	42%
Reflexión exterior (REx)	20%
Reflexión interior (REI)	15%
<b>Factores Energéticos</b>	EN410 (2011-04)
Transmisión energética (TE)	20%
Ref. energ. exterior (REx)	21%
Ref. energ. interior (REI)	33%
Absorción energ. A1 (AET1)	48%
Absorción energ. A2 (AET2)	1%
<b>Factores Solares</b>	EN410 (2011-04)
Factor Solar (g)	0,23
Coefficiente de Sombra (SC)	0,27
<b>Transparencia Térmica (Ug)</b>	EN673-2011
Ug	1,4 W/(m2.K)
Ángulo respecto a posición vertical	0°
<b>Acústica</b>	EN 12758
Valores acústicos según EN 12758 y cuerpo no fijado	
Rw	33 (-1;-5) dB
STC (ASTM E413)	NA
OTIC (ASTM E1332)	NA
<b>Índice de reproducción de color</b>	CE (15-2006)
Transmisión (Ra)	88
Reflexión (Ra)	89
<b>Resistencia e impacto pedicular</b>	EN 12600
Resistencia a Impacto de Cuerpo Pedicular	1C2,NP0
<b>Resistencia antiagresión</b>	EN 356
Nivel de Resistencia Antiagresión	NP0
<b>Dimensiones de fabricación</b>	
Espesor nominal	28 mm
Peso	30,0 kg/m <sup>2</sup>
<b>Sostenibilidad</b>	
<b>Huella de carbono</b>	
Este valor es calculado en función de la composición simulada, según la norma europea EN 15804-A2 (2018)	
Potencial de calentamiento global (GWP) - A1-A3	49
By CO <sub>2</sub> eq/m <sup>2</sup> Medio Europeo (31-1-12)	



Calumen calcula las características fotométricas y la transmisión térmica del vidrio mediante algoritmos de cálculo que cumplen las siguientes normas: las normas europeas EN 410 y EN 673, la norma internacional ISO9050, la norma japonesa JIS R 3106/3107 y la norma coreana KS L 2514/2525. El rendimiento funcional y las reglas de cálculo de Calumen para las normas EN 410 y EN 673 han sido validadas por TÜV Rheinland (informe 11923R-11-33705). Las prestaciones técnicas obtenidas según la norma NFRC-2010 se facilitan únicamente a título informativo. Todos los valores certificados deben obtenerse con software certificado por la NFRC.

Los índices de atenuación acústica se miden en condiciones de laboratorio según las normas EN ISO 10140 y EN 12758. La reproducibilidad del índice medido es de +/-1 dB (EN 12758). Si no existe ningún valor ensayado, Calumen puede proponer un índice calculado. Los índices calculados se facilitan a título meramente informativo. La precisión del índice Rw se sitúa en un intervalo de +/-2 dB. Nota: las mediciones in situ pueden variar en función de las dimensiones del vidrio, el entorno, el rendimiento del marco, el tipo de instalación, la fuente de ruido, etc.

La resistencia al impacto de un cuerpo blando se mide según la norma EN 12600 y la resistencia a la intrusión según la norma EN 356.

Los valores suministrados por Calumen (EN 410, EN 673, ISO9050, JIS R 3106/3107, KS L 2514/2525, EN 356, EN 12600, NFRC-2010) se facilitan a título informativo y están sujetos a modificaciones. No se utilizarán para garantizar las prestaciones del producto. Sólo son oficiales los valores introducidos en la declaración de prestaciones disponible en el sitio de mercado CE de Saint-Gobain Glass. El USUARIO debe comprobar la viabilidad de los productos asociados, especialmente en términos de espesor y color. Además, el USUARIO es responsable de comprobar que las combinaciones de vidrio cumplen los requisitos legales, locales o nacionales.

Nota. figura extraída brochure COOL-LITE® SKN 144 II, “vidrios andino documento de características del tipo de vidrio”

(<https://www.vidrioandino.com/productos/cool-liter-sk>)

Factores de de rendimiento

Figura 10

factores claves del rendimiento de los acristalamientos ailantes

### NUESTRAS SOLUCIONES PARA FACHADAS

Saint-Gobain Glass ofrece una gama completa de vidrios de capa de alta eficiencia energética. Con prestaciones de control solar, baja emisividad, fácil mantenimiento y transparencia, nuestros vidrios cumplen los requisitos de los edificios de bajo consumo.

COOL-LITE<sup>®</sup> son vidrios de control solar de Saint-Gobain Glass; ensamblados en unidades de acristalamiento aislante (UVA), ayudan a reducir el sobrecalentamiento dentro de los edificios al tiempo que permiten la entrada de la luz natural. Ofrecen una estética homogénea para grandes fachadas, ayudan a reducir las necesidades energéticas y, por tanto, las emisiones de carbono operativas.

La tecnología detrás del control solar y la baja emisividad es una fina capa transparente de óxidos metálicos, depositada sobre uno o dos vidrios de una unidad de doble o triple acristalamiento.

Como escudo térmico invisible, las capas reducen los intercambios energéticos a través de la envolvente y controlan la entrada de radiación solar.

**FACTORES CLAVE DEL RENDIMIENTO DE LOS ACRISTALAMIENTOS AISLANTES**

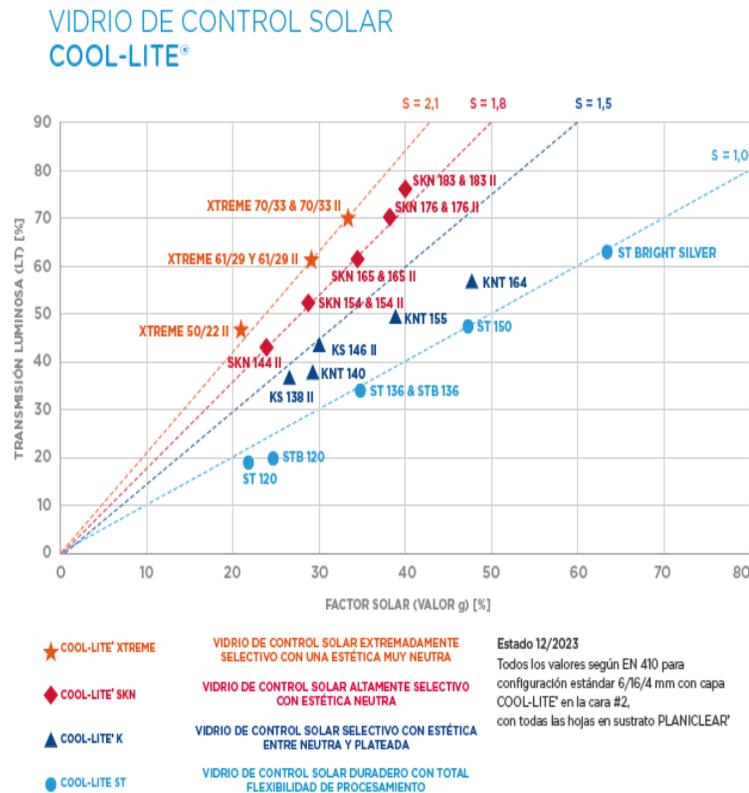
- Transmisión de la luz (TL):** Porcentaje de luz visible transmitida directamente a través del cristal.
- Reflexión Luminosa Exterior (RLa):** Porcentaje de luz visible reflejada directamente por la superficie exterior del vidrio.
- Reflexión Luminosa Interior (RLi):** Porcentaje de luz visible reflejada directamente por la superficie interior del vidrio.
- Valor Ug:** Medida del intercambio de energía a través del vidrio debida a la diferencia de temperatura entre el interior y el exterior. Cuanto menor sea el valor Ug, mejor será el aislamiento. Expresado en W/m<sup>2</sup>K.
- Factor solar (valor g):** Porcentaje de energía solar transmitida a través del vidrio. Mide la capacidad de un acristalamiento para reducir el calentamiento de la habitación. Cuanto más bajo es el factor solar, más ayuda a mejorar el confort en el interior del edificio.
- Coefficiente de sombra (SC):** Relación entre el factor solar de un acristalamiento y el factor solar de un vidrio flotado transparente de espesor nominal de 3 mm (0,87). Cuanto menor sea el número del coeficiente de sombreado, menor será la ganancia de calor y, por tanto, mayor será el sombreado.
- Selectividad (LSG):** Relación entre la transmisión luminosa del vidrio y el factor solar. Cuando la selectividad es superior a 2, proporciona el doble de luz visible que de calor.
- Atenuación acústica (Rw):** El índice de reducción acústica ponderado (Rw) es una clasificación que mide e indica la eficacia de un material o sistema de insonorización. Esta clasificación se expresa en decibelios.
- Huella de carbono (GWP):** El potencial de calentamiento global corresponde a la cantidad total de gases de efecto invernadero (GEI) emitidos directa e indirectamente y suele medirse en kilogramos equivalentes de CO<sub>2</sub> por m<sup>2</sup> de vidrio.

SAINT-GOBAIN GLASS - FACHADAS / 5

Nota. figura extraída GUIA Y MANUAL vidrios y fachadas, vidrios andino “factores clave del rendimiento de los acristalamientos aislantes”. Pg.5. (<https://www.vidrioandino.com/productos/cool-liter-sk>).

**Figura 11**

*Factor solar*



*Nota.* Figura extraída GUIA Y MANUAL vidrios y fachadas, vidrios andino (grafica de transmisión luminica (lt) VS factor solar (valor g) [%]) (<https://www.vidrioandino.com/productos/cool-liter-sk>).

*Se tomaron en consideración las tablas y gráficas proporcionadas por Vidrios Andina para seleccionar el vidrio COOL-LITE® SKN 144 II como referencia para el proyecto.*

- **Anclajes:** Componentes esenciales para la seguridad y la estética, los anclajes de muro cortina son elementos estructurales cruciales en la instalación de sistemas de fachadas cortina, que consisten en paneles de vidrio u otros materiales que recubren la fachada de un edificio. Su función principal es sostener y soportar estos paneles, especialmente en sistemas de piel doble vidrio, donde dos paneles de vidrio se separan por un espacio de aire o gas.

***Importancia en piel doble vidrio***

En el contexto de la piel doble vidrio, los anclajes de muro cortina desempeñan un papel fundamental para la seguridad y la estabilidad de la instalación. Debido al mayor peso y a las cargas adicionales que pueden experimentar los paneles de vidrio en estos sistemas (viento, cambios de temperatura), los anclajes deben ser extremadamente resistentes para soportar estas fuerzas.

Características clave:

- **Resistencia estructural:** Los anclajes deben tener la capacidad de soportar el peso de los paneles de vidrio, las cargas de viento y las posibles fuerzas sísmicas. Deben estar fabricados con materiales de alta resistencia como acero inoxidable o aluminio de alta resistencia.
- **Aislamiento térmico y acústico:** Es fundamental que los anclajes no comprometan las propiedades de aislamiento térmico y acústico del sistema de piel doble vidrio. Se debe considerar cuidadosamente la transmisión de calor y sonido a través de los anclajes para mantener la eficiencia energética y el confort acústico del edificio.
- **Compatibilidad con el diseño:** Los anclajes deben integrarse de manera armoniosa con el diseño general de la fachada y contribuir a la estética del edificio. Se debe elegir materiales y acabados que complementen el aspecto visual de la piel doble vidrio y del edificio en su conjunto.
- **Durabilidad y resistencia a la intemperie:** Dado que los anclajes estarán expuestos a condiciones ambientales como lluvia, viento y cambios de temperatura, deben estar fabricados con materiales resistentes a la corrosión y que puedan soportar la exposición prolongada a estos elementos.

En resumen, los anclajes de muro cortina para piel doble vidrio son componentes esenciales que garantizan la seguridad, la estabilidad y la funcionalidad del sistema. Su selección y diseño deben considerar cuidadosamente las características estructurales, el aislamiento térmico y acústico, la

compatibilidad con el diseño y la durabilidad para asegurar un rendimiento óptimo de la fachada cortina.

### ***Doble piel de vidrio***

El sistema modular se adapta perfectamente a la implementación de soluciones de doble piel de vidrio, una tecnología innovadora que consiste en la instalación de dos capas de vidrio separadas por una cámara de aire. Esta tecnología ofrece múltiples beneficios, entre los que destacan:

- **Aislamiento térmico superior:** La cámara de aire entre los vidrios actúa como barrera natural contra la transferencia de calor, reduciendo significativamente las pérdidas energéticas del edificio y mejorando su eficiencia energética.
- **Aislamiento acústico mejorado:** La doble piel de vidrio también proporciona un excelente aislamiento acústico, atenuando el ruido exterior y creando un ambiente interior más tranquilo y confortable.
- **Control de la condensación:** La cámara de aire ayuda a prevenir la condensación en el interior del vidrio, evitando la formación de moho y mejorando la calidad del aire interior.
- **Posibilidades de ventilación natural:** En algunos casos, la cámara de aire puede utilizarse para implementar sistemas de ventilación natural, aprovechando el efecto chimenea para renovar el aire interior de forma pasiva.

En resumen, el sistema de muro cortina modular y la tecnología de doble piel de vidrio representan un avance significativo en el diseño y construcción de fachadas, ofreciendo una combinación de calidad, eficiencia, flexibilidad y beneficios ambientales que lo convierten en una opción atractiva para una amplia gama de proyectos.

***Soluciones constructivas***

Los entramados constructivos son sistemas estructurales esenciales en la arquitectura, ya que proporcionan la base sobre la cual se erigen las edificaciones. Estos sistemas se componen de elementos interconectados que trabajan juntos para distribuir las cargas, resistir fuerzas externas y garantizar la estabilidad y seguridad del edificio.

***Características de los entramados constructivos:***

- **Diversidad de materiales:** Los entramados constructivos pueden fabricarse con una amplia gama de materiales, incluyendo madera, acero, hormigón armado, bambú y otros materiales innovadores. La elección del material depende de las características específicas del proyecto, como la carga que debe soportar la estructura, las condiciones climáticas, la estética deseada y las consideraciones económicas.
- **Variedad de formas:** Los entramados constructivos pueden adoptar diversas formas y configuraciones, desde estructuras simples como marcos de madera hasta complejas redes de vigas, columnas y diagonales en grandes estructuras. La forma del entramado se selecciona en función de la función del edificio, las cargas que debe soportar y los requisitos estéticos del proyecto.
- **Función estructural:** La función principal de los entramados constructivos es proporcionar soporte y estabilidad a la edificación. Distribuyen las cargas de manera uniforme a lo largo de la estructura, resistiendo fuerzas verticales como el peso propio del edificio y las cargas ocupacionales, así como fuerzas horizontales como el viento y los sismos.

***Tipos de entramados constructivos:***

- **Entramado de madera:** Un sistema tradicional y versátil, popular en construcciones residenciales y comerciales por su calidez, facilidad de trabajo y estética natural.
- **Entramado de acero:** Ideal para estructuras de gran altura y grandes luces, ofreciendo alta resistencia y rigidez con menor peso propio que la madera o el hormigón.
- **Entramado de hormigón armado:** Altamente resistente al fuego y a la corrosión, ideal para estructuras que requieren gran durabilidad y capacidad de carga, como puentes y edificios de gran altura.
- **Entramado de bambú:** Una opción sostenible y ecológica, con propiedades estructurales comparables a la madera, ganando popularidad en construcciones sostenibles.

***Selección del tipo de entramado:***

La elección del tipo de entramado constructivo adecuado para un proyecto depende de diversos factores:

- **Carga estructural:** La carga que la estructura debe soportar es el factor principal que determina el tipo de entramado y las dimensiones de sus elementos.
- **Función del edificio:** El uso previsto del edificio, como vivienda, oficina, comercio o industria, influye en la elección del sistema estructural.
- **Condiciones climáticas:** Las condiciones climáticas de la zona, como la intensidad del viento o la sismicidad, deben considerarse al seleccionar el tipo de entramado.
- **Estética:** La apariencia deseada para la estructura puede influir en la elección del material y la forma del entramado.
- **Consideraciones económicas:** El costo de los materiales, la mano de obra y el mantenimiento deben evaluarse al seleccionar el tipo de entramado.

En conclusión, los entramados constructivos son elementos fundamentales en la arquitectura, proporcionando la estructura y el soporte necesarios para que las edificaciones sean seguras, estables, funcionales y estéticamente agradables. La elección del tipo de entramado adecuado depende de una cuidadosa evaluación de los factores específicos de cada proyecto.

### **Entramado ligero**

Para la selección de los materiales faltantes para el proyecto arquitectónico que está enfocado al confort térmico en el campus universitario de Helsinki, Finlandia, es indispensable considerar meticulosamente una serie de factores específicos, entre los que destacan:

#### **Propiedades**

##### ***Propiedades acústicas y capacidad de reducción de la reverberación:***

- **Aislamiento acústico:** Los materiales seleccionados deben poseer un alto índice de aislamiento acústico para mitigar el ruido exterior y garantizar un ambiente interior tranquilo. Esto es particularmente importante en Helsinki, una ciudad con un alto nivel de ruido ambiental.
- **Reverberación:** Se debe considerar la capacidad de los materiales para absorber el sonido y reducir la reverberación dentro del espacio. Esto contribuirá a crear un ambiente acústico confortable y evitará el eco molesto.

##### ***Densidad y peso de los materiales:***

- **Aislamiento térmico:** La densidad y el peso de los materiales influyen significativamente en su capacidad de aislamiento térmico. Se deben seleccionar materiales con alta densidad y peso para optimizar el aislamiento térmico del edificio y reducir el consumo de energía para calefacción y refrigeración.

- **Resistencia estructural:** La densidad y el peso también determinan la resistencia estructural del edificio. Se debe asegurar que los materiales seleccionados sean lo suficientemente robustos para soportar las cargas estructurales y garantizar la seguridad del edificio.

Considerando estos factores de manera integral, se podrá seleccionar una combinación óptima de materiales que contribuya a lograr el objetivo principal del proyecto: mejorar el confort térmico y acústico en el edificio ubicado en Helsinki, Finlandia.

### **Envolvente Arquitectónica e interfaz público-privada.**

La envolvente arquitectónica, también la conocemos como la fachada del edificio, es el elemento transitorio entre el interior y el exterior de la edificación, el primer elemento estético y funcional que se observa cuando hablamos de una edificación marca un antes y un después en términos de ambientación, sensaciones, luminosidad, materialidad entre las tantas características que se representa este elemento transitorio.

Según González y Molina (2018) Diseñar fachadas profundas y con su propia espacialidad, lo que genera un espacio intermedio entre los ambientes interiores de las edificaciones, y su entorno. Así se generó una nueva zona del edificio, no bidimensional sino tridimensional —la envolvente—, que se puede definir como el espacio limítrofe entre el adentro y el afuera que según el diseño podría solucionar y optimizar el desempeño de la edificación, obteniendo eficiencia energética, confort térmico y optimización lumínica.

Esto nos indica la eficiencia y el rigor que se debe tener en cuenta al momento de planificar o diseñar la fachada de los edificios, ya que si queremos cumplir con el objetivo de asegurar el confort térmico, por medio de la visual, es importante tener en cuenta los aspectos que son pertinentes para garantizar el cumplimiento con los objetivos establecidos previamente, por otro lado la fachada no consta solo del primer plano que podemos observar, sino que es el complemento de varios elementos,

los que generan “ fachada” es decir la visual junto con su campo exterior y demás componentes lo que podríamos interpretar como un conjunto de elementos que transforman la independencia de elementos en una armonía conceptual y visual.

Lo mencionado por ( Sadineni et al 3617-3631 ) Revisan los elementos que hacen parte de la envolvente : los muros, ventanas y cubiertas .

- Los muros proveen la fracción predominante de la envolvente, la que provee el confort térmico y acústico, y la parte más estética.
- Habla de cuatro tipos de muros, Muros solares pasivos, muros de hormigón ligero, muros ventilados de doble piel, Muros con almacenamiento de calor latente
- Las ventanas o vanos se consideran desde dos tipos
  1. Tipo cristal: holográfico, refractivo, Cristal Doble
  2. Los marcos o soportes son los responsables de la pérdida de calor y energía, bajos índices de conducta.
- Cubiertas como la fracción de envolvente más susceptible a la radiación solar y otros fenómenos ambientales, de ella depende el confort térmico de los usuarios
  1. existen 8 tipos de cubiertas: Construidas en mampuestos, techos aligerados de aluminio, micro ventilados y ventilados, abovedados, reflectivos, techos verdes, fotovoltaicos con aislamiento térmico

Esto nos sustenta la teoría de que la fachada es la combinación de varios elementos que componen un solo sistema armónico de los cuales cada uno de ellos juega un papel diferente e importante en la definición traducida en el campo formal, visual y conceptual de la fachada.

### **Mies van der rohe lo interior y exterior de la Arquitectura**

Ludwig Mies van der Rohe fue un arquitecto reconocido por su enfoque modernista y su uso innovador del espacio. En relación con el concepto de espacio público y privado, su trabajo influyó en la redefinición de estos espacios en la arquitectura moderna.

Mies van der Rohe tenía una visión de la arquitectura que buscaba crear espacios fluidos y abiertos, a menudo empleando estructuras minimalistas y materiales modernos como el acero y el vidrio. Sus diseños enfatizaban la idea de fluidez entre el interior y el exterior, difuminando los límites tradicionales entre el espacio público y privado.

En sus obras, como el Pabellón Alemán en la Exposición Internacional de Barcelona de 1929, Mies exploró la idea de un espacio abierto y flexible que podía adaptarse para diferentes propósitos. Su enfoque en la simplicidad, la claridad y la transparencia de los espacios arquitectónicos permitió la creación de áreas que podían sentirse tanto íntimas como abiertas al mismo tiempo.

Mies también creía en la importancia de la relación entre la arquitectura y su entorno, lo que se refleja en su famosa frase "menos es más". Esta idea no solo se aplicaba a la estética, sino también a la funcionalidad y la relación del edificio con su contexto, buscando una integración armónica entre el espacio privado (interior) y el espacio público (exterior).

En resumen, contribuyó significativamente a la conceptualización de espacios arquitectónicos que desafiaban las convenciones tradicionales de lo público y lo privado, abogando por la fluidez e integración entre estos dos conceptos.

"La propuesta de renovación para este emblemático edificio de la Universidad de Helsinki se basa en la redefinición de los espacios, siguiendo la visión innovadora de Ludwig Mies van der Rohe. Inspirados por su enfoque vanguardista, buscamos no solo preservar la rica historia de este espacio, sino también revitalizar mediante la integración de conceptos contemporáneos de diseño. Nuestro objetivo es crear un entorno arquitectónico que fomente la fluidez entre lo público y lo privado, utilizando

materiales modernos y líneas limpias que no solo enaltezcan la funcionalidad, sino que también promuevan la interacción. y la creatividad dentro de este espacio académico. Aspiramos a generar un ambiente donde la transparencia, la versatilidad y la integración con el entorno natural se unen para ofrecer un lugar de estudio e investigación que inspire y empodere a la comunidad universitaria."

### **Espacio público**

#### **Clima, diseño y diversidad urbana en el uso de tres plazas de Madrid**

En el pasado, las transformaciones en los centros urbanos se producían a lo largo de un extenso período de tiempo. Sin embargo, en la actualidad, las intervenciones a pequeña escala en el espacio público de las ciudades son numerosas y constantes. En Madrid, los distritos centrales experimentaron un deterioro arquitectónico y urbanístico durante las décadas de 1980 y 1990, pero esto se ha detenido en gran medida gracias a intervenciones urbanas realizadas en las últimas dos décadas.

Estas intervenciones de rehabilitación y revitalización del espacio público, en muchas ocasiones, no tienen en cuenta las necesidades actuales de la población ni consideran los condicionantes urbanos preexistentes. Esto puede dar lugar a un diseño que no se alinea con las funciones sociales que el espacio público debe cumplir, lo que a menudo resulta en la pérdida de las cualidades tradicionales de los espacios públicos a pequeña escala que existían en los centros históricos de las ciudades europeas.

La tecnología y las herramientas cotidianas han cambiado la forma en que interactuamos con nuestras ciudades, al tiempo que nos han alejado de la realidad material y el funcionamiento de las mismas, lo que Toyo Ito ha denominado "las dos ciudades". Esto ha llevado a un empobrecimiento de los espacios tradicionales de relación en las ciudades y a una brecha entre nuestra capacidad tecnológica e intelectual y la realidad tangible de nuestras ciudades.

El objetivo principal de este trabajo fue analizar la relación entre los factores climáticos y ambientales de tres plazas de Madrid y cómo los habitantes las utilizan durante la primavera de 2010.

Esto permitió contrastar los resultados teóricos con el comportamiento real de las personas en estos espacios públicos.

En décadas anteriores, se realizaron estudios sobre el confort climático en espacios abiertos y la influencia del diseño urbano en la ocupación del espacio público. Hoy en día, hay una renovada atención a la calidad de los espacios públicos como indicador de la salud cívica y democrática de la sociedad.

El trabajo se centró en el estudio de tres plazas en Madrid y su uso durante tres días de primavera. Se realizaron mediciones de temperatura, humedad y velocidad del viento, así como observaciones sobre la actividad de las personas en las plazas. Además, se llevó a cabo una investigación bibliográfica y se utilizó software de simulación para analizar la iluminación y la radiación solar en estas plazas.

El análisis se centró en determinar la calidad del diseño de las plazas, las posibilidades de ocupación en diferentes condiciones ambientales y la relación entre el estudio del clima teórico y el comportamiento de las personas en las plazas.

En conclusión, este trabajo buscó demostrar la importancia de hacer que toda la ciudad, tanto el centro como la periferia, sea más compleja y habitable, centrándose en pequeños espacios como las plazas. Se comprobó que las plazas que ofrecen a los usuarios una mayor variedad de condiciones físicas, de uso y microclimáticas son más cómodas y utilizadas por la gente. Estos hallazgos resaltan la necesidad de crear y recuperar espacios urbanos con diversidad de posibilidades de uso para que los ciudadanos puedan elegir cómo emplearlos. Además, se verificó la hipótesis de trabajo relacionando la utilización de las plazas con las posibilidades de ocupación que ofrecen.

### **Planificación**

Según el concurso de saint gobain, el proyecto debe tener fines residenciales, para recibir investigadores, profesores y visitantes; Este es un proyecto emocionante que puede contribuir

significativamente a la revitalización de un área urbana, en este caso entre la información que brinda Saint Gobain nos indica que se debe tener en cuenta los siguientes aspectos importantes:

***Evaluación del Estado Actual:***

Realiza una evaluación exhaustiva del estado actual del edificio, incluyendo su estructura, sistemas mecánicos, eléctricos y de fontanería. Esto ayudará a determinar si es más adecuado renovar y ampliar el edificio existente o si es necesario considerar la demolición parcial o completa.

***Diseño Flexible***

Diseñar el espacio de manera flexible para adaptarse a diferentes usos a corto y largo plazo. Esto puede lograrse mediante la incorporación de divisiones móviles, sistemas de mobiliario versátiles y áreas comunes multifuncionales.

***Eficiencia Energética y Sostenibilidad:***

Considerar la incorporación de tecnologías y estrategias de eficiencia energética, como sistemas de calefacción y refrigeración eficientes, iluminación LED y materiales de construcción sostenibles. Esto no solo reduce el impacto ambiental, sino que también puede reducir los costos operativos.

***Dormitorios para Investigadores:***

Diseñar los dormitorios para investigadores de manera cómoda y funcional. Incluye escritorios de trabajo, conexiones para dispositivos electrónicos, áreas de almacenamiento y baños privados o compartidos. Considerar la posibilidad de ofrecer diferentes tamaños de habitaciones para adaptarse a las necesidades individuales.

***Alojamiento Temporal:***

Planificar las unidades de alojamiento temporal que sean acogedoras y funcionales. Pueden ser apartamentos amueblados con cocinas y salas de estar, lo que permitirá estancias más largas y una mayor comodidad para los visitantes.

***Cafeterías y Espacios Comunes:***

Se incluyen áreas comunes y cafeterías que fomenten la interacción entre los residentes. Esto puede promover el intercambio de ideas entre investigadores y profesores visitantes.

***Accesibilidad Universal:***

El diseño debe cumplir con los estándares de accesibilidad universal. Esto garantiza que todas las personas, independientemente de sus capacidades físicas, puedan acceder y utilizar las instalaciones.

***Combinación de Uso Comercial:***

Si se considera la inclusión de uso comercial en la planta baja, diseña estos espacios para ser atractivos para la comunidad local y los residentes. Esto podría incluir restaurantes, tiendas pequeñas o servicios que complementen las necesidades de los residentes.

***Consideración de la Ampliación:***

Si se prevé la posibilidad de futuras ampliaciones, se debe hacer el diseño de manera que sea más fácil de expandirse sin afectar el edificio ya existente.

## Capítulo II: Aplicación de la metodología Building Information Modeling (BIM)

### Marco Conceptual

#### *metodología Building Information Modeling (BIM)*

La metodología BIM (Building Information Modeling o Modelado de Información para la Construcción) es un proceso colaborativo para la creación y gestión de datos durante el ciclo de vida de un edificio u obra arquitectónica y/o de construcción utilizando una cadena de valor de modelo digital.

En otras palabras, BIM es una forma de trabajar en la que todos los involucrados en un proyecto de construcción, desde arquitectos e ingenieros hasta contratistas y propietarios, comparten un modelo digital del edificio. Este modelo contiene toda la información sobre el edificio, desde su diseño geométrico hasta sus sistemas mecánicos y eléctricos.

#### ***Beneficios clave del uso de BIM en el diseño arquitectónico:***

##### ***Colaboración mejorada:***

Integración de equipos: BIM facilita la colaboración entre arquitectos, ingenieros, contratistas y otros profesionales que participan en el proyecto. Todos trabajan sobre un modelo digital compartido, lo que permite una comunicación fluida, coordinación eficiente y resolución conjunta de problemas. (Eastman, Teicholz, Siqueira & Santos, 2011).

Actualizaciones en tiempo real: Los cambios realizados en el modelo se reflejan inmediatamente para todos los involucrados, asegurando que todos trabajen con la información más reciente y actualizada. Esto evita errores y retrabajos costosos (Azhar, 2017).

***Mayor precisión y reducción de errores:***

Modelado 3D detallado: BIM crea representaciones tridimensionales precisas del edificio, permitiendo identificar y corregir problemas potenciales, como interferencias entre elementos estructurales o MEP, antes de iniciar la construcción (Khosrowshahi & Irizarry, 2017).

**Detección de conflictos:** Las herramientas BIM identifican automáticamente conflictos entre diferentes sistemas, como tuberías que chocan con vigas o conductos que interfieren con ductos de aire. Esto reduce errores y evita modificaciones costosas en el sitio (Arayici & Tekin, 2015).

***Eficiencia en el diseño y construcción:***

Optimización de recursos: Al tener una visión completa y precisa del proyecto, se pueden optimizar los recursos materiales y humanos, reduciendo desperdicios, costos y tiempos de construcción (Lee, Park & Hyun, 2011).

Aceleración de procesos: La automatización de muchas tareas de diseño y la posibilidad de simular diferentes escenarios permiten acelerar los procesos de diseño y toma de decisiones (Khosrowshahi & Irizarry, 2017).

***Gestión de información completa del ciclo de vida del edificio:***

Documentación centralizada: Toda la información relacionada con el proyecto, desde planos hasta especificaciones técnicas, se almacena en un único modelo BIM, facilitando el acceso y la gestión de la información a lo largo del ciclo de vida del edificio (Eastman, Teicholz, Siqueira & Santos, 2011).

Mantenimiento y operación: El modelo BIM sirve como una base de datos precisa para la gestión de operaciones y mantenimiento, mejorando la eficiencia y reduciendo los costos durante la vida útil del edificio (Azhar, 2017).

***Sostenibilidad y eficiencia energética:***

Análisis de energía y sostenibilidad: BIM permite realizar simulaciones y análisis energéticos tempranos, optimizando el diseño para mejorar la eficiencia energética y reducir el impacto ambiental del edificio (Khosrowshahi & Irizarry, 2017).

Selección de materiales: Facilita la evaluación y selección de materiales sostenibles, ayudando a cumplir con normativas y certificaciones ecológicas (Arayici & Tekin, 2015).

***Mejora de la visualización y presentación:***

Visualización avanzada: La capacidad de generar modelos 3D detallados y visualizaciones realistas ayuda a los clientes y otros interesados a entender mejor el proyecto, facilitando la comunicación y la toma de decisiones (Eastman, Teicholz, Siqueira & Santos, 2011).

Presentaciones interactivas: Los modelos BIM pueden integrarse con tecnologías de realidad virtual (VR) y aumentada (AR) para crear experiencias interactivas que mejoran la comunicación y la participación de los stakeholders (Lee, Park & Hyun, 2011).

***Planificación y control de obras:***

Simulación de construcción: BIM permite la simulación y planificación detallada de la secuencia de construcción, identificando posibles problemas y optimizando los tiempos de obra, lo que reduce costos y retrasos (Azhar, 2017).

Control de costos: Facilita un control más preciso de los costos mediante la integración de presupuestos y cronogramas, permitiendo ajustes rápidos en caso de cambios en el diseño o en las condiciones del proyecto (Lee, Park & Hyun, 2011).

**Los objetivos principales de la metodología BIM son:**

- Mejorar la comunicación y la colaboración entre los diferentes participantes en un proyecto de construcción.
- Reducir errores y rediseños.
- Optimizar el diseño y la construcción del edificio.
- Mejorar la gestión del edificio durante su ciclo de vida.

***Los beneficios de utilizar la metodología BIM son muchos, e incluyen:***

- Ahorro de tiempo y dinero.
- Mejora de la calidad del diseño y la construcción.
- Reducción de errores y rediseños.
- Mejor comunicación y colaboración entre los diferentes participantes en un proyecto.
- Mayor eficiencia en la gestión del edificio durante su ciclo de vida.

La metodología BIM se está utilizando cada vez más en la industria de la construcción, y se espera que se convierta en el estándar de la industria en los próximos años.

El ciclo de vida BIM, también conocido como fases BIM, se refiere a las distintas etapas por las que atraviesa un proyecto de construcción utilizando la metodología BIM. En cada etapa, el enfoque del modelo BIM va cambiando para adaptarse a las necesidades de ese momento.

***Las etapas típicas del ciclo de vida BIM son las siguientes:***

**Fase de Concepción o Pre-diseño:** En esta etapa inicial, se define el alcance del proyecto, se recopilan los requisitos del cliente y se desarrollan los primeros conceptos de diseño. El modelo BIM se utiliza para crear una representación digital básica del edificio y para explorar diferentes opciones de diseño.

**Fase de Diseño:** Durante esta etapa, se desarrolla el diseño del edificio en más detalle. El modelo BIM se enriquece con información sobre los elementos arquitectónicos, los sistemas mecánicos, eléctricos y de fontanería (MEP), y otros detalles del edificio.

**Fase de Documentación y Construcción:** En esta etapa, se crean los documentos de construcción a partir del modelo BIM. El modelo también se utiliza para la coordinación entre las diferentes disciplinas involucradas en el proyecto, como arquitectos, ingenieros y contratistas.

**Fase de Construcción:** Durante la fase de construcción, el modelo BIM se utiliza para la gestión de la obra, el control de calidad y la logística. También puede utilizarse para la generación de instrucciones de montaje y para la navegación en obra.

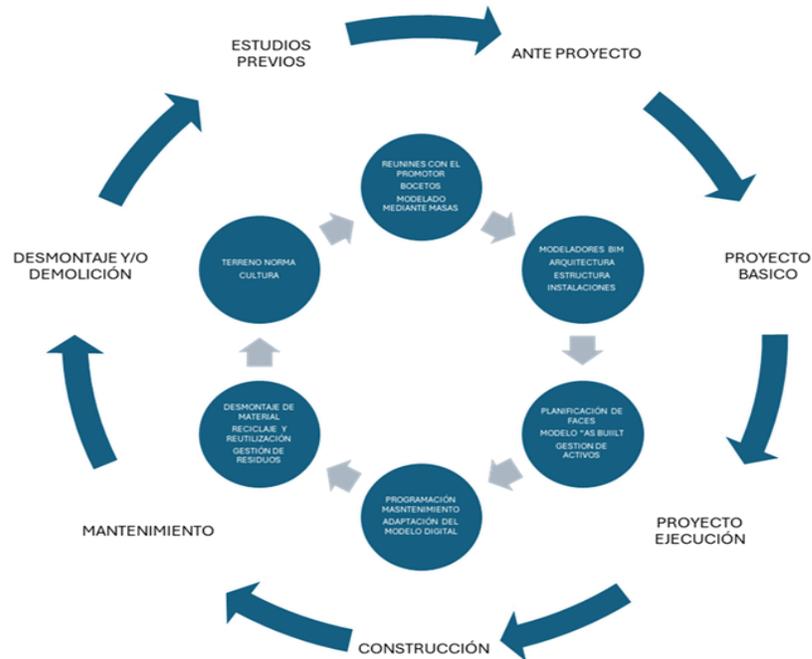
**Fase de Operaciones y Mantenimiento:** Una vez que el edificio está terminado, el modelo BIM se puede utilizar para la gestión del edificio durante su ciclo de vida. Esto incluye la operación y el mantenimiento del edificio, así como la planificación de futuras renovaciones.

***Algunos puntos importantes a tener en cuenta sobre el ciclo de vida BIM:***

- El ciclo de vida BIM no es lineal. Puede ser necesario volver a etapas anteriores del ciclo de vida a medida que avanza el proyecto.
- El nivel de detalle del modelo BIM aumentará a lo largo del ciclo de vida del proyecto.
- Cuantos más participantes en el proyecto utilicen el modelo BIM, mayores serán los beneficios.

**Figura 12**

*Fase de Operaciones y Mantenimiento*



*Nota.* se indica como es el ciclo de vida BIM . Elaboracion propia

### Dimensiones de la metodología BIM (Building Information Modeling o Modelado de Información para la Construcción)

Se refieren a los diferentes aspectos que se abarcan en un proyecto BIM. Estas dimensiones van más allá de la simple representación 3D del edificio y abarcan una amplia gama de información y procesos que permiten una gestión integral del proyecto.

Las dimensiones más comunes del BIM son las siguientes:

**1. Dimensión 3D:** La dimensión 3D es la base fundamental del BIM. Consiste en la creación de un modelo digital tridimensional del edificio que representa su forma, tamaño y disposición espacial. Esta representación permite una mejor visualización y comprensión del proyecto, así como la realización de análisis y simulaciones.

**2. Dimensión 4D: Gestión del Tiempo (Programación):** La dimensión 4D añade al modelo BIM la información temporal, es decir, el cronograma del proyecto. Esto permite visualizar y gestionar el

desarrollo del proyecto en el tiempo, incluyendo la secuencia de las tareas, la duración de cada una y los hitos del proyecto.

**3. Dimensión 5D: Gestión de Costes:** La dimensión 5D integra en el modelo BIM la información de costes del proyecto. Esto permite asociar a cada elemento del modelo un costo estimado, lo que facilita la elaboración de presupuestos, la optimización de costes y el control financiero del proyecto.

**6. Dimensión 6D: Sostenibilidad:** La dimensión 6D incorpora al BIM la evaluación del impacto ambiental del proyecto. Esto permite analizar el consumo de energía, las emisiones de CO2 y otros aspectos relacionados con la sostenibilidad del edificio durante su ciclo de vida.

**7. Dimensión 7D: Gestión de las Instalaciones y Mantenimiento (Facility Management):** La dimensión 7D del BIM se centra en la gestión del edificio durante su ciclo de vida. El modelo BIM se convierte en una base de datos completa que contiene toda la información sobre el edificio, desde su diseño hasta su mantenimiento, lo que facilita la gestión de las instalaciones, la planificación del mantenimiento y la toma de decisiones durante la operación del edificio.

**8. Dimensión 8D: Seguridad:** La dimensión 8D del BIM se centra en la seguridad en el diseño y la construcción del proyecto. El modelo BIM permite identificar y evaluar riesgos potenciales de seguridad, lo que ayuda a prevenir accidentes y mejorar las condiciones de trabajo en la obra.

**9. Dimensión 9D: Construcción sin Pérdidas:** La dimensión 9D del BIM busca optimizar los procesos de construcción para minimizar las pérdidas y el desperdicio de materiales. El modelo BIM permite planificar la construcción de manera más eficiente, reducir el consumo de recursos y disminuir el impacto ambiental del proyecto.

**10. Dimensión 10D: Industrialización de la Construcción:** La dimensión 10D del BIM se enfoca en la industrialización de la construcción, utilizando procesos prefabricados y modulares. El modelo BIM permite optimizar el diseño y la fabricación de componentes prefabricados, lo que agiliza la construcción, mejora la calidad y reduce los costos.

Es importante destacar que estas dimensiones no son independientes entre sí, sino que se interrelacionan y se integran en el modelo BIM. Un proyecto BIM completo debe considerar todas las dimensiones relevantes para el proyecto específico.

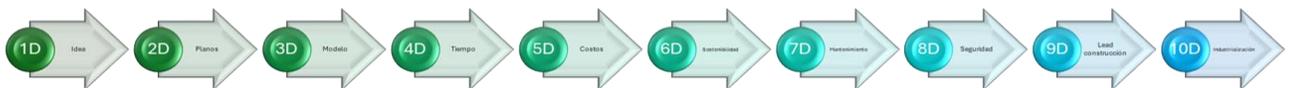
La adopción de las diferentes dimensiones del BIM ofrece numerosos beneficios para los proyectos de construcción, incluyendo:

- **Mejora de la comunicación y colaboración entre los diferentes participantes del proyecto.**
- **Reducción de errores y rediseños.**
- **Optimización del diseño y la construcción del edificio.**
- **Mejor gestión del proyecto en términos de tiempo, costes y calidad.**
- **Mayor eficiencia en la operación y mantenimiento del edificio.**
- **Reducción del impacto ambiental del proyecto.**

En resumen, las dimensiones del BIM amplían las posibilidades de esta metodología, permitiendo una gestión integral del proyecto de construcción que va desde el diseño inicial hasta la operación y mantenimiento del edificio, con un enfoque en la sostenibilidad, la eficiencia y la calidad.

### Figura 13

*Dimensiones de la metodología BIM.*



*Nota.* Se indica en forma gráfica como es la secuencia de la metodología BIM. Elaboración propia

**El concepto de LOD (Level of Detail) o Nivel de Desarrollo en BIM (Building Information Modeling)**

Se refiere a la cantidad de detalle e información incluida en la representación digital de un elemento constructivo dentro de un modelo BIM. En esencia, el LOD determina la complejidad con la que se modela un elemento en particular, y esta complejidad está directamente relacionada con la distancia del elemento al punto de vista y su importancia para el proyecto.

- **Nivel de Desarrollo (LOD):** Indica la exhaustividad y complejidad de los datos asociados a un elemento constructivo en el modelo BIM. Estos datos abarcan aspectos como la geometría, los materiales, las propiedades y las funcionalidades.
- **Representación digital:** Se refiere al modelo 3D del elemento constructivo dentro del software BIM.
- **Elemento constructivo:** Puede ser cualquier componente individual del edificio, como paredes, puertas, ventanas, mobiliario, sistemas MEP (Mecánica, Eléctrica y Fontanería), etc.

**El principio detrás de LOD es optimizar el modelo BIM para el rendimiento y la funcionalidad.**

Al variar el nivel de detalle para diferentes elementos según su importancia y distancia del punto de vista, el software BIM asegura:

- **Rendimiento fluido:** Los modelos muy detallados pueden consumir muchos recursos informáticos. El LOD ayuda a mantener un equilibrio entre el detalle y las demandas de procesamiento.
- **Flujos de trabajo eficientes:** Las diferentes fases del proyecto requieren distintos niveles de detalle. El LOD ayuda a garantizar que el modelo proporcione la información necesaria en cada etapa.

- **Énfasis en aspectos importantes:** El modelado detallado es crucial para elementos críticos, mientras que los elementos que son menos cruciales se pueden representar con modelos más simples.

### Niveles del LOD

Aquí te presento algunos niveles de desarrollo (LOD) comunes utilizados en BIM:

- **LOD 100 (Conceptual):** Representación básica del elemento, centrada principalmente en el tamaño y la ubicación (por ejemplo, un bloque rectangular para una pared).
- **LOD 200 (Geométrico):** Define la forma y el tamaño del elemento con mayor precisión (por ejemplo, una pared con grosor y aberturas).
- **LOD 300 (Paramétrico básico):** Incluye información adicional como materiales y propiedades básicas (por ejemplo, una pared con el tipo de material especificado y el valor de aislamiento).
- **LOD 400 (Paramétrico detallado):** Proporciona una representación altamente detallada y rica en información, incluyendo datos del producto y detalles del fabricante (por ejemplo, una pared con la marca y el código de producto específicos para los ladrillos).
- **LOD 500 (Según construcción):** Representa el elemento tal y como se construyó en el sitio, capturando cualquier desviación del modelo de diseño (por ejemplo, una pared con los cambios documentados realizados durante la construcción).

**Comprender el LOD es fundamental para una implementación BIM eficaz.** Permite a los equipos de proyecto crear modelos completos y eficientes, que se adapten a las necesidades específicas de cada fase del proyecto y optimicen la asignación de recursos.

### Figura 14

*LOD (Level of Detail) o Nivel de Desarrollo en BIM.*



*Nota.* Dibujo tomado de biblus. Editorial Team . Marzo 10 2022 .(<https://biblus.accasoftware.com/es/lod-y-loin-en-bim/>)

### "Level of Information" (LOI)

El término establecido que se utiliza en BIM (Building Information Modeling) y se refiere a la **información no geométrica** asociada a los elementos constructivos dentro de un modelo BIM.

- **Level of Information (LOI):** Se centra en los **datos** vinculados a los elementos BIM, **más allá de su geometría 3D.**
- **Ejemplos de datos:** Propiedades del material, especificaciones del fabricante, costes estimados, requisitos de mantenimiento, datos de rendimiento (térmico, acústico), información sobre sostenibilidad (huella de carbono, materiales reciclados).

### Importancia del LOI:

- Es crucial para varias tareas a lo largo del ciclo de vida de un edificio, incluyendo:
  - **Análisis de rendimiento:** Eficiencia energética, impacto ambiental.
  - **Gestión de costes:** Costes de construcción y mantenimiento.
  - **Facility management:** Operación y mantenimiento del edificio.
  - **Comunicación y colaboración:** Entre las disciplinas del proyecto.

### Relación entre LOD (Level of Detail) y LOI:

- **LOD (Nivel de Detalle):** Determina la complejidad del modelo y la cantidad de información que puede contener. Un modelo LOD alto generalmente permite albergar más datos LOI.
- **LOI:** Aprovecha la capacidad de información del modelo para enriquecerlo con detalles no geométricos.

**Ejemplo:**

- Una pared modelada en BIM:
  - **LOD:** Define la geometría de la pared (grosor, altura, aberturas).
  - **LOI:** Puede incluir detalles como el tipo de material (ladrillo, hormigón), el coeficiente de aislamiento térmico, el coste unitario del material y la frecuencia de mantenimiento recomendada.

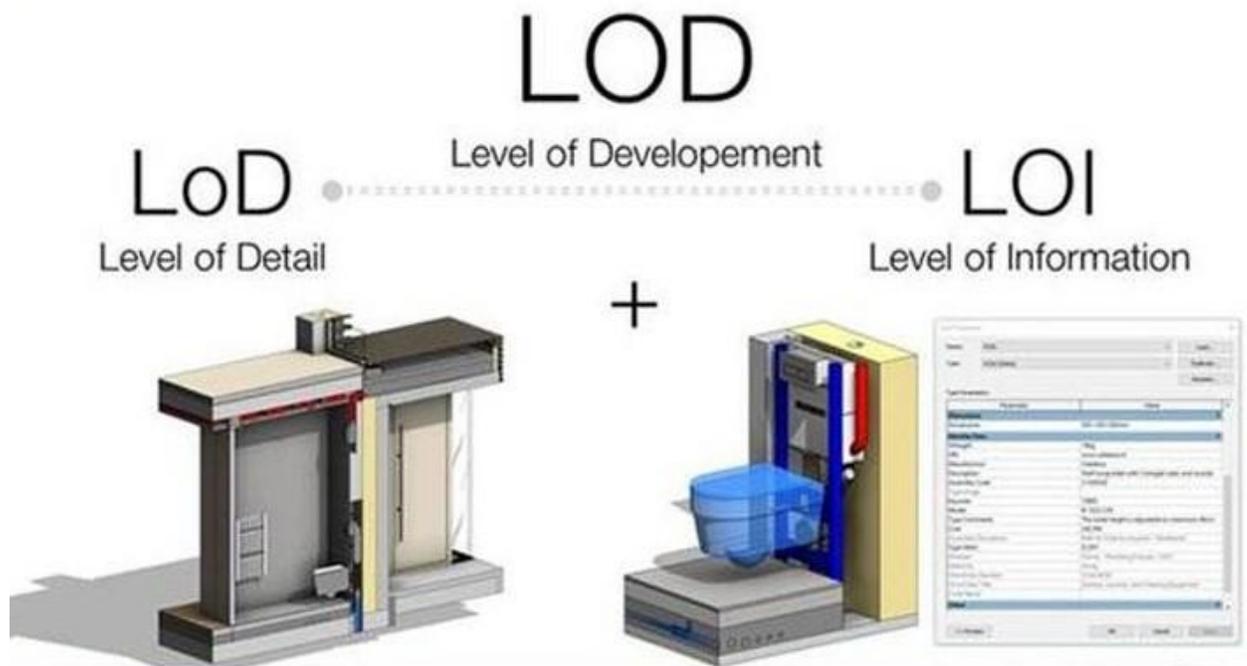
**Beneficios de utilizar LOI:**

- **Mejora de la toma de decisiones:** Proporciona información detallada para una toma de decisiones informada durante el diseño, la construcción y la operación del edificio.
- **Optimización del rendimiento:** Permite analizar el comportamiento térmico, acústico y energético del edificio, y optimizar su diseño en consecuencia.
- **Reducción de costes:** Facilita la estimación precisa de costes de construcción y mantenimiento.
- **Mejora de la comunicación y colaboración:** Proporciona un lenguaje común para el intercambio de información entre diferentes disciplinas del proyecto.

En síntesis, el Nivel de Información (LOI) constituye un elemento fundamental en la metodología BIM, facilitando el enriquecimiento del modelo con datos no exclusivamente geométricos, pero igualmente esenciales para promover la eficiencia y sostenibilidad en el ciclo de vida del edificio.

**Figura 15**

*Nivel de Información (LOI)*



*Nota.* Tomado de bicorner. Janusz Majcher 07 de abril 2021. (<https://bimcorner.com/22-terms-in-bim-you-should-know-update/>)

### Data Common Environment (DCE)

En el contexto de BIM (Building Information Modeling) se transforma en Data Common Environment (DCE) BIM o Entorno Común de Datos (ECD) o Entorno de Colaboración Común (CCE). Se trata de un repositorio centralizado y estructurado que almacena, gestiona y comparte toda la información relacionada con un proyecto de construcción basado en BIM.

El DCE BIM funciona como una plataforma de colaboración para que todos los participantes del proyecto, como arquitectos, ingenieros, contratistas y propietarios, accedan y trabajen con la información del modelo BIM de manera coordinada.

- **Almacenamiento de datos:** El DCE BIM proporciona un espacio seguro y confiable para almacenar todos los archivos y datos del proyecto BIM, incluyendo el modelo BIM principal, archivos adjuntos, documentos y metadatos.

- **Gestión de versiones:** Permite realizar un seguimiento de las modificaciones realizadas al modelo BIM y a otros archivos del proyecto, manteniendo un historial de versiones para facilitar la reversión a versiones anteriores si es necesario.
- **Control de acceso:** Implementa mecanismos de seguridad para restringir el acceso a la información del proyecto en función de los roles y permisos de cada usuario.
- **Flujos de trabajo colaborativos:** Facilita la colaboración entre los participantes del proyecto mediante herramientas para la revisión, aprobación y comentarios sobre el modelo BIM y otros documentos.
- **Comunicación y coordinación:** Proporciona canales de comunicación y herramientas de colaboración para que los participantes del proyecto se comuniquen e intercambien información de manera efectiva.

Utilizar un DCE BIM ofrece múltiples ventajas:

- **Mejora de la colaboración:** Al centralizar la información y proporcionar un espacio de trabajo compartido, facilita la colaboración entre los diferentes equipos involucrados en el proyecto.
- **Reducción de errores y conflictos:** La versión única de la información del proyecto y los flujos de trabajo colaborativos disminuyen la probabilidad de errores y conflictos.
- **Mejora de la toma de decisiones:** Permite a los participantes del proyecto acceder a la información actualizada y tomar decisiones informadas en base a datos precisos.
- **Optimización del tiempo y los recursos:** Agiliza el proceso de diseño, construcción y operación del edificio, optimizando el tiempo y los recursos utilizados.
- **Mejora de la calidad del proyecto:** Contribuye a la entrega de un proyecto de mayor calidad al garantizar la coherencia y consistencia de la información del modelo BIM.

"En resumen, el Entorno Común de Datos (ECD) o Data Common Environment (DCE) en el contexto del Modelado de Información para la Construcción (BIM) se erige como una herramienta

esencial para fomentar la colaboración, gestionar la información y facilitar la toma de decisiones eficaz en proyectos de construcción basados en BIM. Su implementación contribuye significativamente a optimizar los procesos, mejorar la calidad del proyecto y entregar edificaciones más eficientes y sostenibles."

### **EIR (Employer's Information Requirements) en BIM**

En el mundo de Building Information Modeling (BIM), EIR (Employer's Information Requirements), también conocido como Requisitos de Información del Empleador, es un documento crucial que define las necesidades de información del cliente para un proyecto de construcción basado en BIM. expand\_more Se trata del primer paso para establecer un proceso BIM exitoso y garantizar que el modelo BIM final sea completo, preciso y cumpla con las expectativas del cliente.

#### ***Función del EIR:***

Define las necesidades de información del cliente: El EIR detalla la información específica que el cliente desea incluir en el modelo BIM. expand\_more Esto puede abarcar aspectos como:

- Nivel de Detalle (LOD) requerido para diferentes elementos del edificio.
- Propiedades de los materiales (resistencia, conductividad térmica, etc.)
- Especificaciones del fabricante
- Requisitos de mantenimiento
- Datos de rendimiento (acústico, térmico, etc.)
- Información sobre sostenibilidad (huella de carbono, materiales reciclados)

Facilita la comunicación y la colaboración: El EIR establece una base común para la comunicación entre el cliente y el equipo BIM. expand\_more Al comprender las necesidades del cliente

desde el inicio, se evitan confusiones y se garantiza que el modelo BIM se desarrolle de acuerdo con las expectativas.

Optimiza el proceso BIM: Un EIR bien definido permite al equipo BIM optimizar el modelo BIM para satisfacer las necesidades específicas del proyecto. Esto evita la generación de información innecesaria y asegura que el modelo sea eficiente y manejable.

### ***¿Quién redacta el EIR?***

El EIR suele ser redactado por el cliente o su representante, en colaboración con un consultor BIM. El consultor BIM puede aportar su experiencia para garantizar que el EIR sea completo y realista, teniendo en cuenta las capacidades de la tecnología BIM y las limitaciones del proyecto.

Contenidos habituales de un EIR:

Introducción: Describe el proyecto y los objetivos del cliente.

Requisitos de información: Especifica el nivel de detalle (LOD) requerido para diferentes elementos del edificio y la información asociada.

Formatos de entrega: Define los formatos de archivo preferidos para el modelo BIM y los documentos relacionados.

Programa de entregas: Establece plazos para la entrega de los diferentes componentes del modelo BIM.

Protocolos de calidad: Detalla los procedimientos de control de calidad para garantizar la precisión y consistencia del modelo BIM.

Procedimientos de coordinación: Define cómo se coordinará la información entre el equipo BIM y otras disciplinas del proyecto.

**Beneficios de utilizar un EIR:**

Mejora de la comunicación y la colaboración: Garantiza que todos los involucrados en el proyecto comprendan las necesidades del cliente.[expand\\_more](#)

Optimización del modelo BIM: Permite crear un modelo BIM que sea preciso, completo y adaptado a las necesidades del cliente.

Reducción de costes y riesgos: Ayuda a evitar errores y retrabajos derivados de la falta de información o expectativas poco claras.

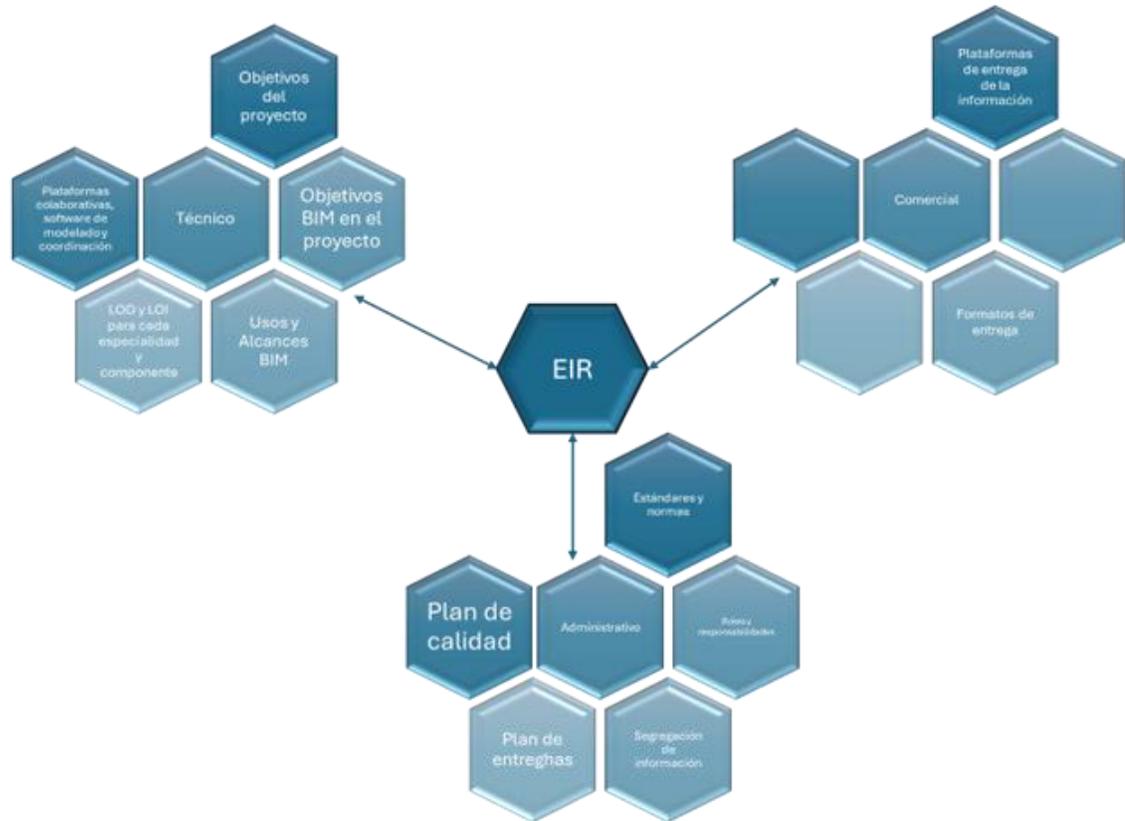
Mejora de la toma de decisiones: Proporciona información precisa para la toma de decisiones informadas a lo largo del proyecto.

Entrega de un proyecto más exitoso: Contribuye a la entrega de un edificio que cumpla con las expectativas del cliente en cuanto a funcionalidad, rendimiento y sostenibilidad.

En resumen, el EIR (Employer's Information Requirements) es un documento fundamental en BIM que establece las necesidades de información del cliente y sienta las bases para un proceso BIM exitoso. [expand\\_more](#) Definir claramente los requisitos de información desde el inicio del proyecto garantiza que el modelo BIM sea una herramienta valiosa para la comunicación, la colaboración y la toma de decisiones a lo largo del ciclo de vida del edificio.

**Figura 16**

*EIR(Employer's Information Requirements) en BIM*



*Nota.* Se indica como el EIR (Employer's Information Requirements) es un documento fundamental en BIM que establece las necesidades de información del cliente y sienta las bases para un proceso BIM exitoso. Elaboración propia

En el contexto de Building Information Modeling (BIM), **BEP (Building Execution Plan)**, también conocido como **Plan de Ejecución BIM**, es un documento fundamental que define la estrategia y los procesos para utilizar BIM en un proyecto de construcción específico. Sirve como hoja de ruta para todos los participantes involucrados en el proyecto BIM, garantizando la coordinación y el uso eficaz de la tecnología BIM.

***Funciones clave del BEP:***

- **Define los objetivos BIM del proyecto:** Establece los objetivos específicos que se pretenden alcanzar con la implementación de BIM en el proyecto.

- **Detalla los roles y responsabilidades:** Asigna claramente las responsabilidades de cada participante del proyecto en relación con BIM, incluyendo la creación, uso y mantenimiento del modelo BIM.
- **Define los flujos de trabajo BIM:** Describe los procesos para el intercambio de información, la gestión de versiones del modelo y la resolución de conflictos.
- **Establece los estándares BIM:** Define los estándares de modelado, como el nivel de detalle (LOD) requerido y los formatos de archivo preferidos.
- **Define los protocolos de coordinación:** Describe cómo se coordinará la información entre las diferentes disciplinas del proyecto que utilizan BIM.
- **Planifica la formación BIM:** Especifica los requisitos de formación para garantizar que todos los participantes del proyecto tengan los conocimientos y habilidades necesarios para utilizar BIM de manera efectiva.

***Contenido habitual de un BEP:***

- **Introducción:** Describe el proyecto y los objetivos del uso de BIM.
- **Equipo del proyecto BIM:** Identifica a las partes involucradas en el proyecto BIM y sus respectivas responsabilidades.
- **Flujos de trabajo BIM:** Detalla los procesos para el desarrollo, uso y mantenimiento del modelo BIM.
- **Estándares BIM:** Define los requisitos de modelado, como el nivel de detalle (LOD) y los formatos de archivo.
- **Protocolos de coordinación:** Describe cómo se gestionarán los conflictos de información y se garantizará la coherencia del modelo BIM.

- **Plan de formación BIM:** Especifica los requisitos de formación para los participantes del proyecto.
- **Plan de control de calidad:** Establece los procedimientos para garantizar la precisión y consistencia del modelo BIM.
- **Gestión de la información del proyecto:** Describe cómo se gestionará la información del proyecto relacionada con BIM.

***Beneficios de utilizar un BEP:***

- **Mejora de la comunicación y la colaboración:** Proporciona un marco de trabajo claro para la coordinación entre los participantes del proyecto BIM.
- **Optimización del proceso BIM:** Define un plan de trabajo estructurado para garantizar el uso eficaz de BIM a lo largo del ciclo de vida del proyecto.
- **Reducción de errores y riesgos:** Ayuda a prevenir errores y retrabajos derivados de la falta de planificación o expectativas poco claras.
- **Mejora de la toma de decisiones:** Proporciona una base sólida para la toma de decisiones informadas durante la fase de diseño, construcción y operación del edificio.
- **Entrega de un proyecto más exitoso:** Contribuye a la entrega de un edificio de mayor calidad, más eficiente y sostenible a través del uso efectivo de BIM.

En resumen, el BEP (Building Execution Plan) es un documento crucial en BIM que define la estrategia y los procesos para utilizar BIM en un proyecto de construcción específico. Su desarrollo minucioso y su aplicación garantizan la coordinación efectiva, la optimización del proceso y la entrega exitosa de proyectos basados en BIM.

**Figura 17**

*Building Information Modeling (BIM), BEP (Building Execution Plan)*



*Nota.* Se indica como se establecen los objetivos específicos que se pretenden alcanzar con la implementación de BIM en el proyecto. 6.1 Norma ISO 19650. Elaboración propia

La ISO 19650 es un estándar internacional que se centra en la gestión de la información a lo largo del ciclo de vida de los activos construidos utilizando el Modelado de Información de Construcción (BIM). Esta norma proporciona un marco para organizar y digitalizar la información sobre edificios y obras de ingeniería civil, lo que permite una colaboración más eficiente y eficaz entre todas las partes involucradas en un proyecto de construcción.

***Los principales objetivos de ISO 19650 son:***

1. **Mejorar la eficiencia y la calidad de la gestión de la información:** ISO 19650 establece procedimientos claros y uniformes para la gestión de la información, lo que reduce la duplicación de esfuerzos y mejora la precisión y coherencia de los datos.
2. **Facilitar la colaboración entre los participantes del proyecto:** Al estandarizar la forma en que se gestiona y comparte la información, ISO 19650 facilita una colaboración más fluida y transparente entre arquitectos, ingenieros, contratistas, y otros interesados.
3. **Aumentar la transparencia y la trazabilidad de la información:** La norma garantiza que toda la información relevante esté disponible en el momento adecuado y que los cambios y actualizaciones sean fácilmente rastreables.

ISO 19650 se compone de varias partes que cubren diferentes aspectos de la gestión de la información:

- **ISO 19650-1:** Conceptos y principios. Proporciona un marco general y define los principios fundamentales de la gestión de la información.
- **ISO 19650-2:** Fase de entrega de los activos. Se centra en la gestión de la información durante la fase de diseño y construcción de un proyecto.
- **ISO 19650-3:** Fase operativa de los activos. Aborda la gestión de la información una vez que el activo ha sido entregado y está en operación.
- **ISO 19650-5:** Seguridad de la información. Trata sobre los requisitos de seguridad para gestionar los riesgos relacionados con la información.

Implementar ISO 19650 puede traer numerosos beneficios, como una mayor eficiencia en la gestión de proyectos, reducción de errores y costos, y una mejor colaboración entre todos los actores del proceso constructivo.

#### **Resolución 0441: Digitalización de licencias urbanísticas y de construcción en Colombia con referencias**

La Resolución 0441 de 2020, emitida por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio de Colombia, marcó un hito en la transformación digital del sector de la construcción al establecer los lineamientos para la expedición de licencias urbanísticas y de construcción mediante medios electrónicos (Minvivienda, 2020). Este marco regulatorio se ha convertido en un referente para la implementación de tecnologías digitales y metodologías BIM (Modelado de Información de Construcción) en aras de mejorar la eficiencia, la transparencia y la productividad en los procesos de gestión de proyectos edificados.

**Fundamentos y objetivos de la Resolución 0441:**

La resolución se enmarca en un plan piloto para la expedición de licencias de obra nueva, requiriendo la organización y presentación digital de la documentación según especificaciones técnicas claras. Esta iniciativa se alinea con los estándares internacionales ISO 19650, los cuales definen las mejores prácticas para la gestión de la información a lo largo del ciclo de vida de los activos construidos (Bimpsas, 2020 [se quitó una URL no válida], Bimpsas, 2021 [se quitó una URL no válida]).

El objetivo principal de la resolución es optimizar el uso de recursos, fortalecer el control sobre los proyectos y aumentar la productividad en el sector de la construcción. Para alcanzar este objetivo, se han establecido diversas estrategias, entre las que destacan:

- **Capacitación de personal:** Se busca fortalecer las competencias del personal involucrado en los procesos de gestión de proyectos para que puedan adoptar y aprovechar al máximo las herramientas digitales y las metodologías BIM.
- **Digitalización de trámites:** Se promueve la eliminación del papeleo y la automatización de procesos mediante el uso de plataformas digitales, lo que agiliza los trámites y reduce los tiempos de respuesta.
- **Implementación obligatoria del BIM:** Se establece la meta de que para el año 2026 todos los proyectos públicos en Colombia adopten obligatoriamente la metodología BIM, lo que permitirá la creación de modelos digitales unificados que contengan toda la información relevante del proyecto a lo largo de su ciclo de vida (Minvivienda, 2020).

**Impacto y beneficios de la Resolución 0441:**

La implementación de la Resolución 0441 ha tenido un impacto significativo en el sector de la construcción en Colombia, generando diversos beneficios:

- **Mayor eficiencia en la gestión de proyectos:** La digitalización de los procesos y la adopción del BIM han permitido reducir tiempos, optimizar recursos y mejorar la coordinación entre las partes involucradas en los proyectos.
- **Mejora en la transparencia y trazabilidad:** La información digitalizada y centralizada facilita el acceso a la información y permite un mejor seguimiento de los proyectos, lo que aumenta la transparencia y la rendición de cuentas.
- **Reducción de errores y costos:** El uso del BIM permite detectar y corregir errores en etapas tempranas del proyecto, lo que se traduce en una menor cantidad de reprocesos y una reducción de costos.
- **Mejora en la calidad de las obras:** La información detallada y precisa del BIM contribuye a la construcción de obras con mayor calidad y menores tiempos de ejecución.
- **Aumento de la productividad:** La optimización de los procesos y la reducción de errores permiten aumentar la productividad en el sector de la construcción.

***Conclusión:***

La Resolución 0441 ha sido un paso fundamental en la transformación digital del sector de la construcción en Colombia. La implementación de las estrategias establecidas en esta resolución ha permitido mejorar la eficiencia, la transparencia, la productividad y la calidad de los proyectos edificados. La adopción del BIM como metodología obligatoria en proyectos públicos a partir del año 2026 consolidará aún más estos avances y posicionará a Colombia como un referente en la aplicación de tecnologías digitales para la gestión de proyectos de infraestructura.

**Modelado de edificación*****Objetivo***

Se está planeando una propuesta arquitectónica que cumpla con las normativas utilizando la metodología BIM (Building Information Modeling). Esta propuesta tiene como objetivo diseñar una vivienda estudiantil y espacios comunales que cumplan con los estándares de habitabilidad y confort térmico. Se definirá la materialidad requerida por los espacios, teniendo en cuenta la captación de calor y energía térmica. En este contexto, el sistema de muro cortina modular (unitized) representa una evolución significativa del sistema stick tradicional, introduciendo la innovadora idea de una "célula independiente" o módulo. A diferencia del método stick, donde los montantes y travesaños se ensamblan en obra, el sistema modular es preensamblado en fábrica, lo que optimiza la calidad, eficiencia y precisión del proceso constructivo. Se explorarán también diferentes entramados constructivos para garantizar la integridad y durabilidad de la estructura.

***Estructura***

se introducirá en el contenido que deriva una variedad de aspectos importantes relacionados con las generalidades esenciales a tener en cuenta sobre BIM. En este contexto, se explorarán conceptos, normas y estándares que permitirán estructurar el desarrollo de la implementación de BIM en un proyecto de infraestructura. Con el objetivo de diseñar un proyecto arquitectónico mediante la metodología Building Information Modeling (BIM), que responda espacial y funcionalmente a las dinámicas urbano-rurales y condiciones climáticas asociadas al confort térmico y habitabilidad en las viviendas, se considerará la reinterpretación de la interfaz público-privada como elemento integrador de espacios. Esto se llevará a cabo con el fin de garantizar calidad de vida y dinámicas de relación e interacción social entre la comunidad del campus universitario.

## **Aplicación Estructural con la Metodología BIM en Revit: Una mirada profunda con referencias**

### ***Introducción***

En la monografía sobre la propuesta arquitectónica para el campus universitario de Helsinki, la aplicación de la metodología BIM en la modelación estructural utilizando Revit juega un papel crucial. Esta sección profundiza en el proceso y las herramientas involucradas, además de analizar los conceptos fundamentales de LOD (Level of Development) y LOI (Level of Information) que determinan el alcance y la precisión del modelo.

### ***Rejillas en Revit: La base para la organización estructural***

Las rejillas en Revit son elementos lineales esenciales que sirven como referencia para la colocación precisa de otros elementos estructurales. Se modelan generalmente desde la planta y pueden ser horizontales o verticales. Cada rejilla se nombra con una nomenclatura alfanumérica, facilitando su identificación y referencia en los planos.

### ***Conceptos clave: LOD y LOI***

- **Level of Development (LOD):** Indica el nivel de detalle y precisión del modelo en diferentes etapas del proyecto. El rango va desde LOD 100 (conceptual) hasta LOD 500 (as-built).
- **Level of Information (LOI):** Refleja la cantidad y calidad de información no gráfica (datos) asociada a los elementos modelados.

Estos conceptos son fundamentales para definir el alcance del proyecto y se establecen en el Plan de Ejecución BIM (BEP).

**Modelación de Elementos Estructurales: Un enfoque detallado****Estructura de Pórticos de Concreto Reforzado:**

En el caso de estudio, la estructura principal está compuesta por pórticos de concreto reforzado, que incluyen vigas y columnas. El proceso de modelación de estos elementos se describe a continuación:

- **Vigas y Columnas:**
  1. **Rejillas:** Se utilizan como base para posicionar vigas y columnas de manera precisa.
  2. **Vigas:** Se insertan desde la barra de herramientas de estructura, ajustando sus dimensiones y especificaciones según el proyecto.
  3. **Columnas:** Se colocan en las intersecciones de las rejillas, configuradas de acuerdo con las normas de diseño estructural aplicables.

**Sistemas de Losas:**

- **Losas Aligeradas:** Se crean a partir de las vigas ya modeladas, utilizando herramientas de losas en Revit.
- **Entrepisos:** Se emplean herramientas de vigas, viguetas y placas estructurales para conformar las losas o placas aligeradas.

**Modelado de Escaleras: Pasos hacia la conectividad**

Para el modelado de escaleras en Revit, se deben seguir estos pasos:

1. **Configuración de Niveles:** Se definen previamente los niveles correspondientes a cada planta del edificio.
2. **Modelación de Placas:** Se modelan las placas o entramados donde se apoyarán las escaleras.
3. **Inserción de Escaleras:** Utilizando la herramienta de escaleras en Revit, se configuran las dimensiones y características específicas de las escaleras según los requisitos del proyecto.

### ***Cimentaciones: La base sólida del proyecto***

El modelado de cimentaciones incluye tanto cimentaciones superficiales como profundas:

#### ***Cimentaciones Superficiales:***

- **Zapatas Aisladas:** Se modelan como elementos de cimentación básica.
- **Acero de Refuerzo:** Se configura según las normas NSR-10, incluyendo dimensiones de recubrimiento y longitudes de ganchos.

#### ***Cimentaciones Profundas:***

- **Encepados:** Unión entre dados de cimentación y pilotes estructurales, modelados para garantizar la estabilidad del edificio.

### ***Inserción de Familias y Configuración de Refuerzos: Detalles que marcan la diferencia***

- **Familias:** Elementos predefinidos en Revit que representan componentes específicos del edificio (e.g., ventanas, puertas, refuerzos).
- **Barras de Refuerzo:**
  1. Configuración de las barras de refuerzo según las dimensiones requeridas.
  2. Ajuste de los estilos visuales y niveles de detalle para una correcta representación planimétrica.

### ***Conclusión: BIM en Revit: Un aliado para el éxito estructural***

El uso de Revit y la metodología BIM en la modelación estructural del proyecto arquitectónico para el campus universitario de Helsinki permite una gestión eficiente y precisa de todos los elementos estructurales. Los conceptos de LOD y LOI son fundamentales para definir el nivel de detalle y la

cantidad de información requerida en cada etapa del proyecto. Además, herramientas específicas en Revit facilitan la creación de elementos como vigas, columnas, losas, escaleras y cimentaciones, asegurando que el diseño cumpla con las normativas y proporcione el confort térmico y habitabilidad necesarios.

## **Elemento de referencia Rejilla y niveles**

### ***Elementos de referencia como cimientos del diseño***

En el Revit los elementos de referencia, como las rejillas y los niveles, desempeñan un papel crucial como cimientos estructurales y organizativos de cualquier proyecto arquitectónico o de ingeniería. Estos elementos invisibles pero esenciales brindan un marco sólido sobre el cual se construye el modelo BIM, asegurando precisión, coherencia y colaboración entre los diferentes equipos involucrados.

**La rejilla como base:** La rejilla, similar a una cuadrícula invisible, sirve como base para la ubicación precisa de los elementos del modelo. Define el sistema de coordenadas del proyecto, estableciendo puntos de referencia y unidades de medida que permiten la colocación exacta de muros, vigas, columnas y otros componentes estructurales.

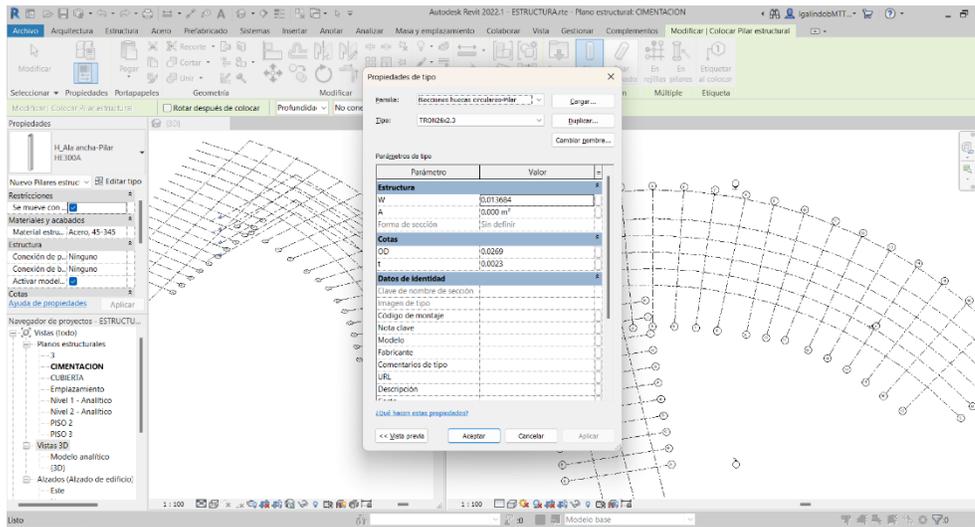
**Niveles: Organizando la altura:** Los niveles, por su parte, representan las diferentes alturas o pisos del proyecto. Funcionan como planos horizontales que dividen el modelo en secciones distintas, permitiendo organizar y gestionar los elementos de cada nivel de manera independiente.

**Colaboración y precisión:** Juntos, las rejillas y los niveles forman un sistema de referencia fundamental que facilita la colaboración entre arquitectos, ingenieros y otros profesionales involucrados en el proyecto. Al compartir un marco de referencia común, se eliminan las discrepancias y se garantiza la precisión en el diseño y la construcción.

**Más allá de la estructura:** Los elementos de referencia no se limitan a la estructura. También pueden usarse para crear referencias geométricas para elementos no estructurales, como muebles, equipos y detalles decorativos.

**Figura 18**

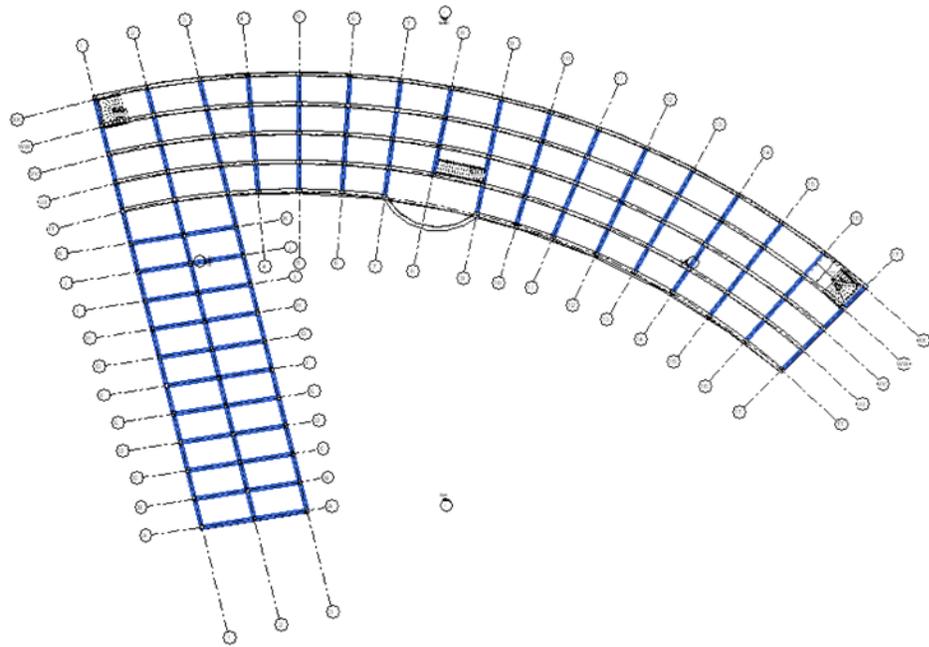
*Imagen Proceso de digitalización en Revit Rejilla y niveles*



*Nota.* Se indica como se realiza el proceso de rejilla en Revit. Elaboración propia

**Figura 19**

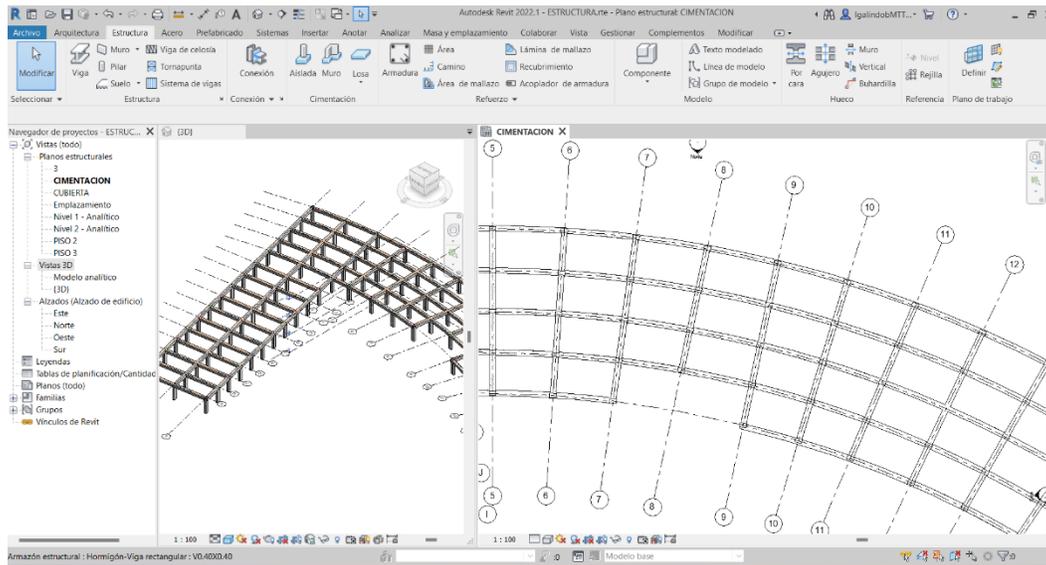
*Imagen Proceso de digitalización en Revit Rejilla y niveles*



*Nota.* Elaboración propia.

**Figura 20**

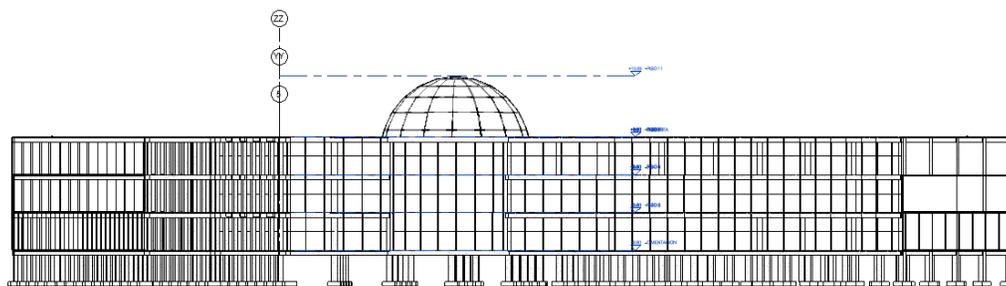
*Imagen Proceso de digitalización en Revit, Modelado de vigas y losas.*



*Nota:* Elaboración propia.

**Figura 21**

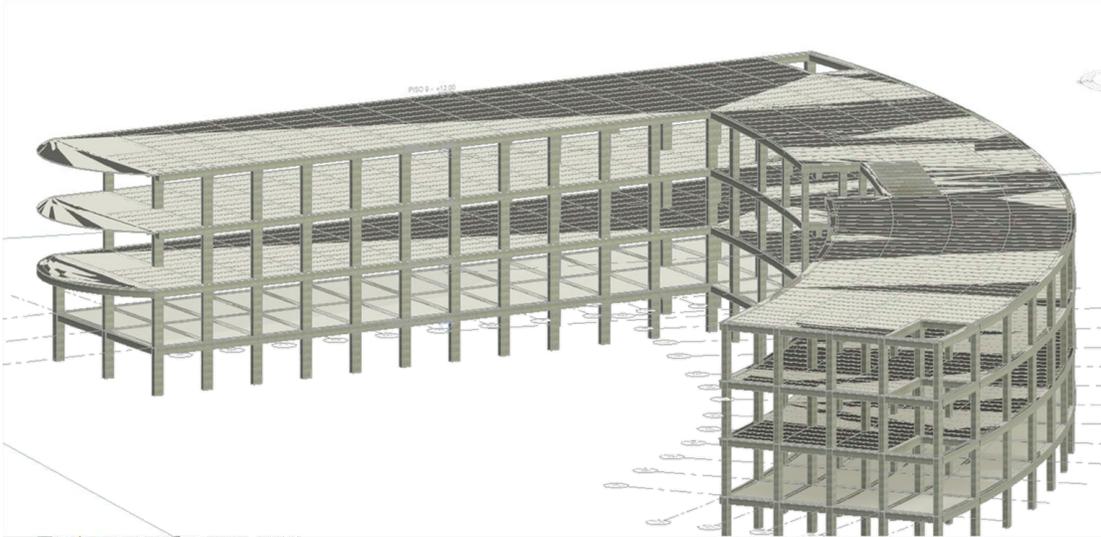
*Imagen Proceso de digitalización en, Modelado de vigas y losas*



*Nota.* Elaboración propia.

**Figura 22**

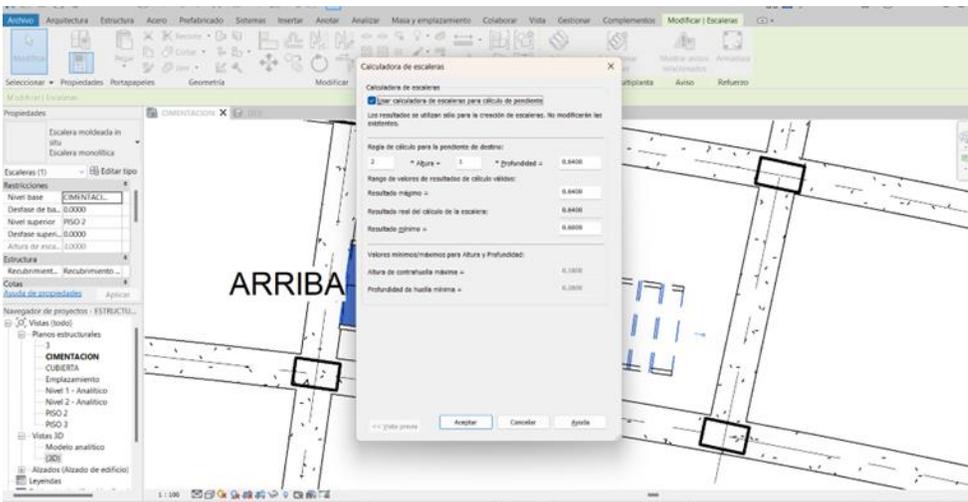
*Imagen Proceso de digitalización en, Modelado de vigas y losas 3D*



Nota. Elaboración propia.

**Figura 23**

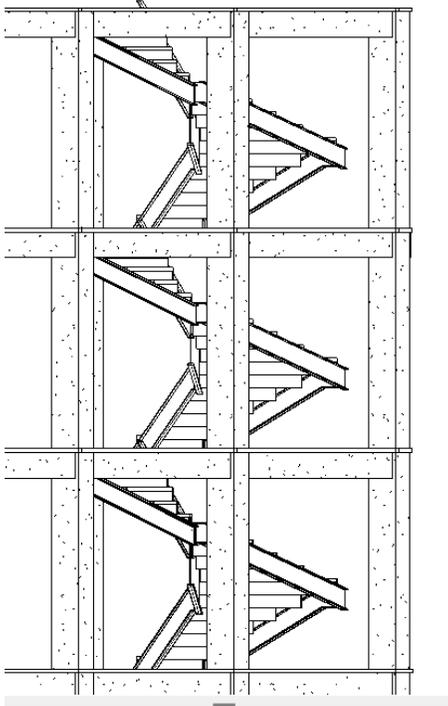
*Imagen Proceso de digitalización en, Modelado de escaleras*



Nota. Elaboración propia.

**Figura 24**

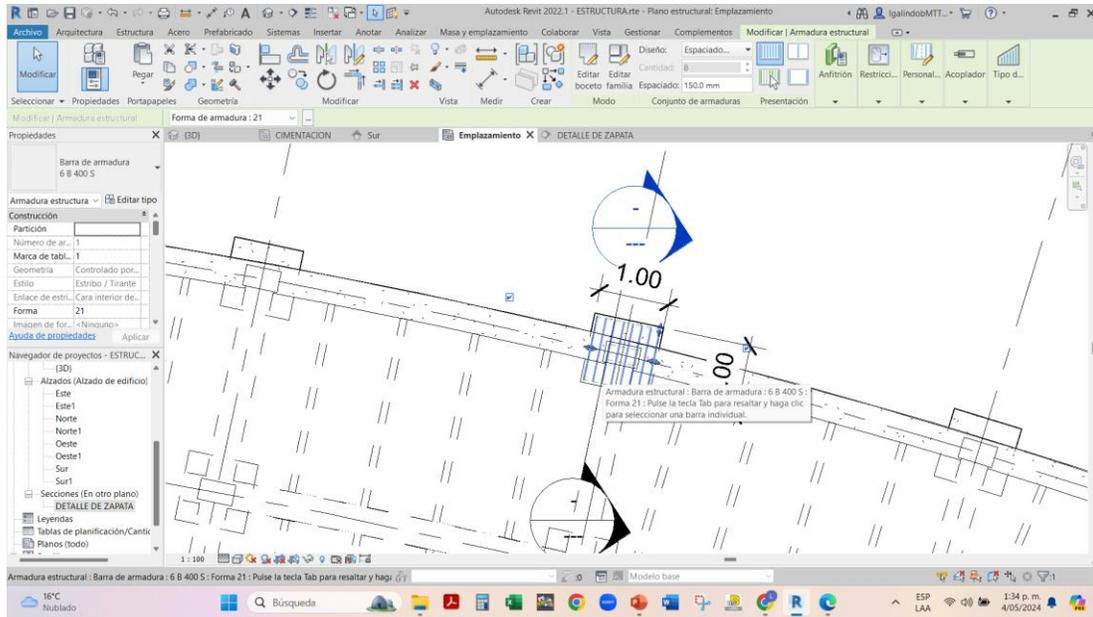
*Imagen Proceso de digitalización en, Modelado de escaleras*



*Nota. Elaboración propia.*

**Figura 25**

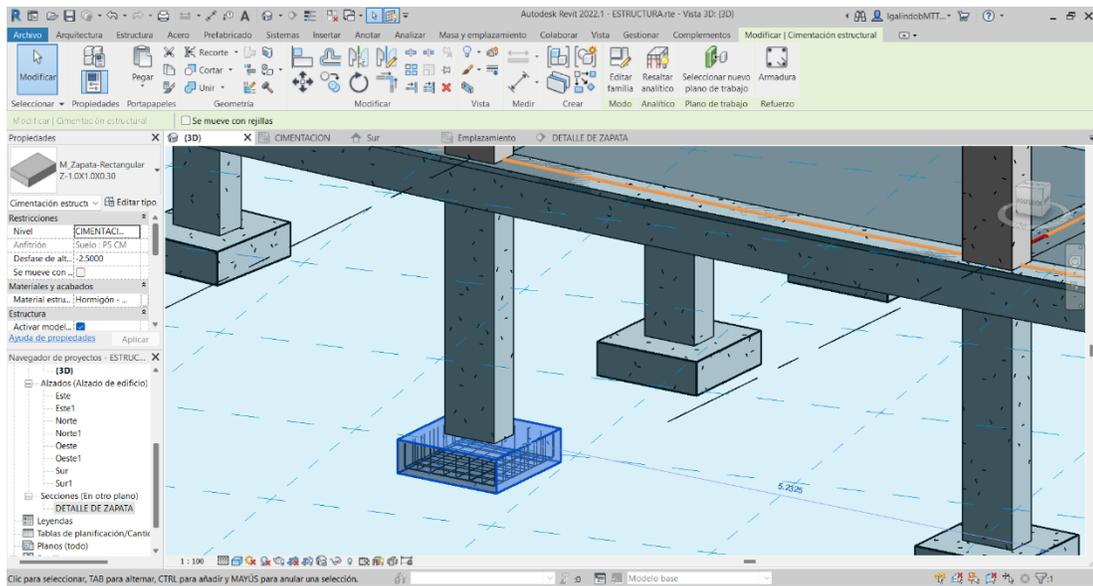
*Imagen Proceso de digitalización en, Detallado de refuerzo*



Nota. Elaboración propia.

Figura 26

Imagen Proceso de digitalización en, Detallado de refuerzo



Nota. Elaboración propia.

Aplicación del Modelado de la Edificación Arquitectónica con la Metodología BIM en la

Monografía

En esta sección de la monografía, se detalla el proceso de modelado de la edificación arquitectónica utilizando la metodología BIM, con especial atención a la creación de muros, puertas, ventanas, muros cortina y elementos de cubierta. Este modelo arquitectónico servirá como base para el módulo de Instalaciones MEP y sigue las directrices del MANUAL DE NOMENCLATURA de buildingSMART, que define las referencias en la metodología BIM.

### **Modelado de Muros**

#### **Creación de Muros**

- Seleccionar la Herramienta de Muros: En la pestaña "Inicio" (Home), selecciona la herramienta "Muro" (Wall) en el panel de "Construcción" (Build).
- Definir el Tipo de Muro: Elige el tipo de muro adecuado desde el navegador de proyectos. Los muros en Revit son familias contenedoras, lo que significa que pueden incluir múltiples capas de materiales y detalles constructivos.
- Modelar Muros de los Baños: Dibuja los muros de los baños según los planos arquitectónicos. Estos muros serán utilizados en el módulo de Instalaciones MEP para la colocación de elementos como tuberías y equipos sanitarios.
- **Modelado de Muros Cortina:** Selecciona la herramienta "Muro Cortina" (Curtain Wall) en el panel de "Construcción". Define el tipo de muro cortina adecuado según el diseño arquitectónico y las especificaciones del proyecto. Configura las propiedades del muro cortina, incluyendo materiales, vidrios, montantes y travesaños. Dibuja el contorno del muro cortina en la planta o en la sección 3D, siguiendo los planos arquitectónicos. Inserta puertas y ventanas en el muro cortina según el diseño.

***Nomenclatura y Manual de buildingSMART***

Referencia de Nomenclatura: Sigue las convenciones de nomenclatura definidas en el MANUAL DE NOMENCLATURA de buildingSMART para asegurar la consistencia y compatibilidad del modelo BIM. Asigna nombres y códigos específicos a cada muro, incluyendo los muros cortina, para facilitar su identificación y uso en las fases posteriores del proyecto.

**Modelado de Puertas y Ventanas****Inserción de Puertas**

Seleccionar la Herramienta de Puertas: En la pestaña "Inicio", selecciona la herramienta "Puerta" (Door) en el panel de "Construcción".

Elegir la Familia de Puertas: Selecciona la familia de puertas adecuada desde el navegador de proyectos. Puedes cargar nuevas familias si es necesario.

Colocar Puertas: Inserta las puertas en los muros según el diseño arquitectónico, prestando atención a las ubicaciones específicas como el bloque sanitario y puntos de acceso.

**Inserción de Ventanas**

Seleccionar la Herramienta de Ventanas: En la pestaña "Inicio", selecciona la herramienta "Ventana" (Window) en el panel de "Construcción".

Elegir la Familia de Ventanas: Selecciona la familia de ventanas adecuada desde el navegador de proyectos. Puedes ajustar las propiedades de las ventanas según los requerimientos del proyecto.

Colocar Ventanas: Inserta las ventanas en los muros, asegurando su correcta ubicación y dimensiones.

**Nomenclatura y Manual de buildingSMART**

**Referencia de Nomenclatura:** Utiliza las convenciones de nomenclatura definidas en el MANUAL DE NOMENCLATURA de buildingSMART para las puertas y ventanas. Asigna nombres y códigos específicos a cada puerta y ventana para una fácil identificación y gestión en el modelo BIM.

Modelado del Punto Fijo y Bloque Sanitario

### **Creación del Punto Fijo**

Definir el Punto Fijo: El punto fijo es un elemento estructural y de referencia que se utiliza como base para la modelación de otros componentes.

Utilizar Familias Asociadas: Modela el punto fijo utilizando las familias asociadas disponibles en Revit. Estas familias pueden incluir elementos como escaleras, columnas y muros específicos.

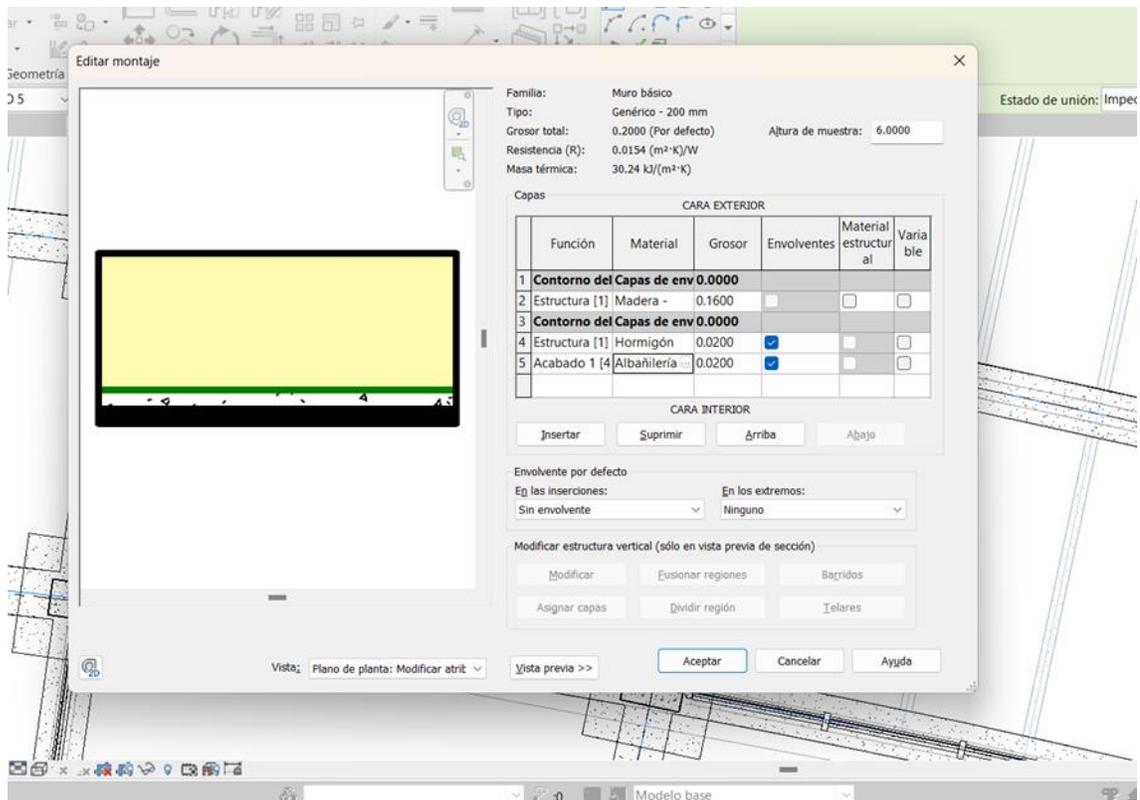
Modelado del Bloque Sanitario

**Diseñar el Bloque Sanitario:** Modela el bloque sanitario siguiendo los planos arquitectónicos y las especificaciones del proyecto.

**Integración con Instalaciones MEP:** Asegúrate de que el modelado del bloque sanitario permita la integración adecuada de las instalaciones MEP, facilitando la colocación de equipos y tuberías.

Figura 27

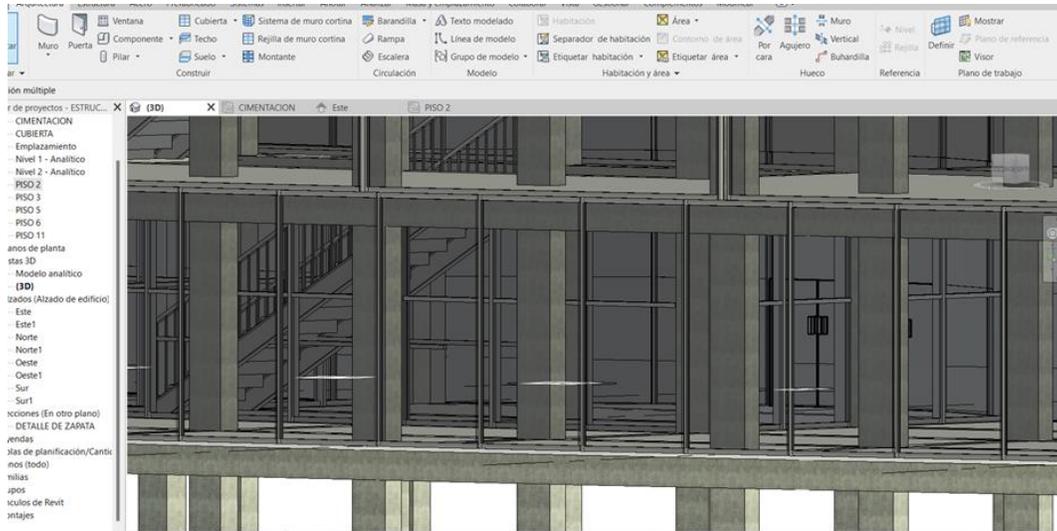
Imagen Proceso de digitalización en, Modelado de muros



Nota. Elaboración propia.

Figura 28

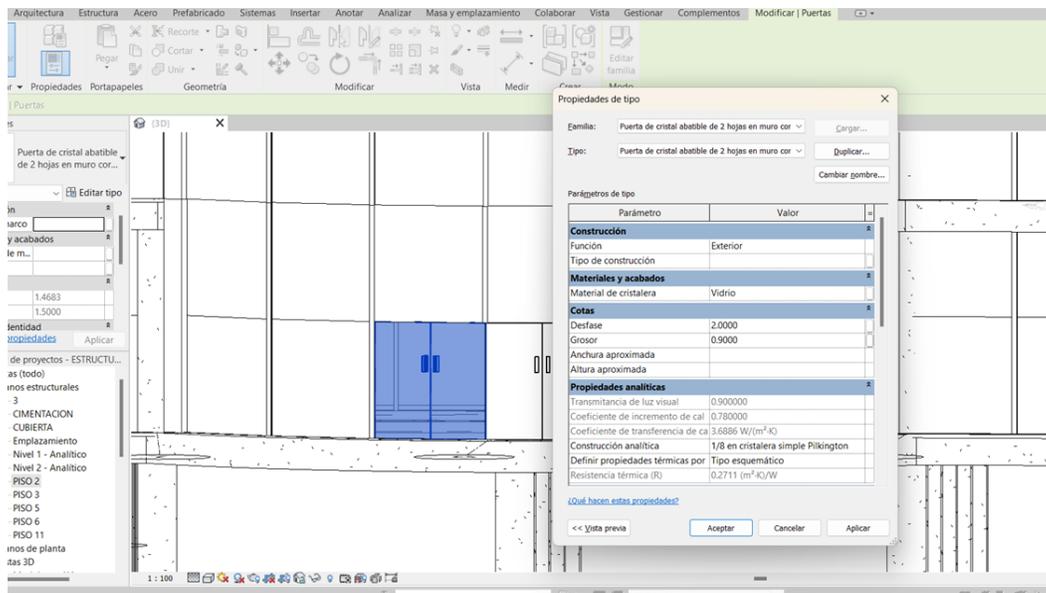
Imagen Proceso de digitalización en, Modelado de muros



Nota. Elaboración propia.

Figura 29

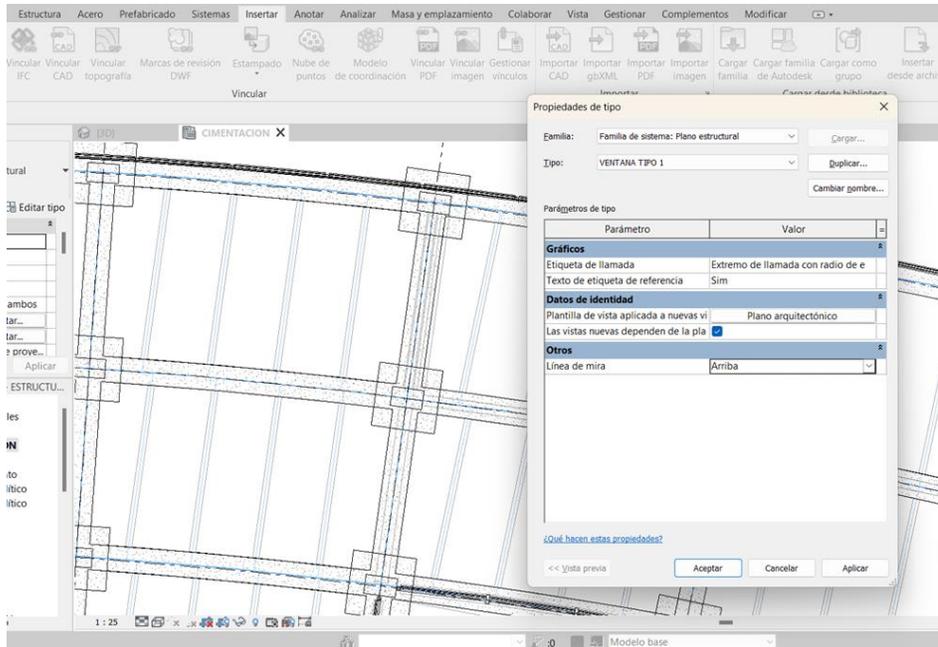
Imagen Proceso de digitalización en, Modelado de puertas ventanas y escalera



Nota. Elaboración propia.

Figura 30

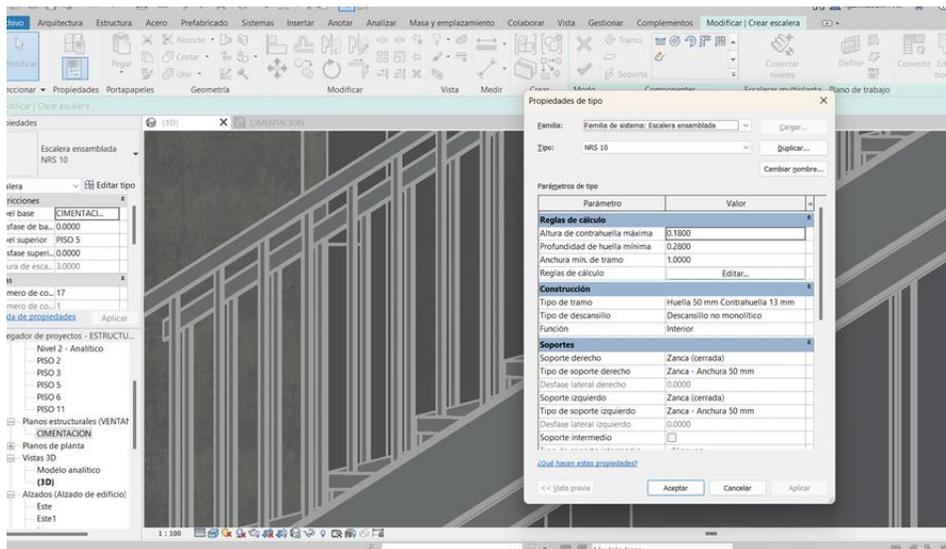
Imagen Proceso de digitalización en, Modelado de puertas ventanas y escalera



Nota. Elaboración propia.

Figura 31

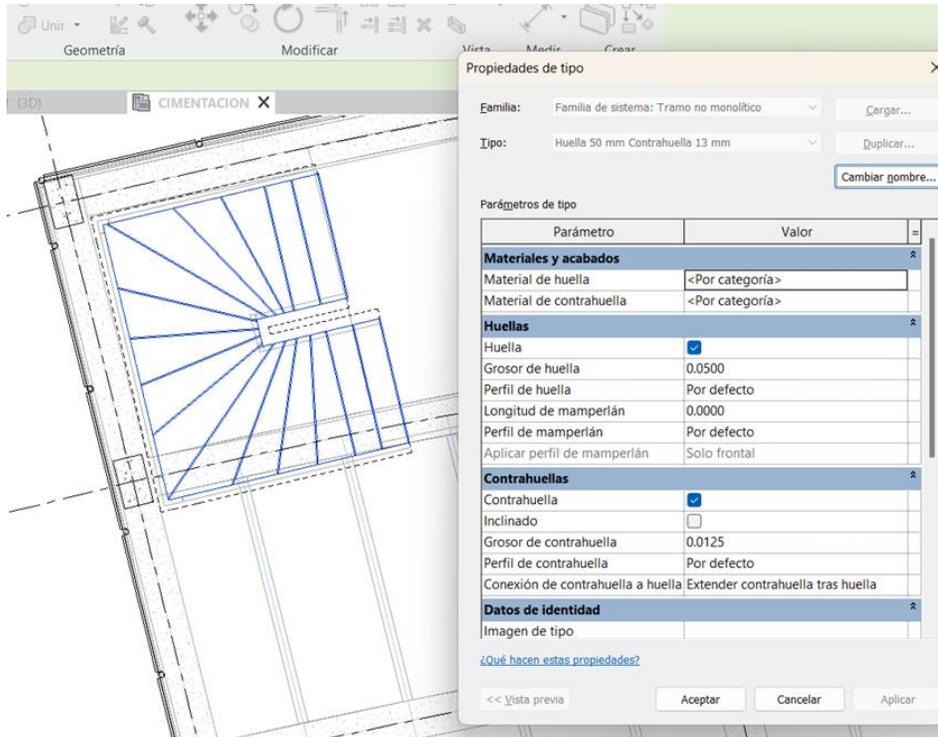
Imagen Proceso de digitalización en, Modelado de puestas ventanas y escalera



Nota. Elaboración propia.

Figura 32

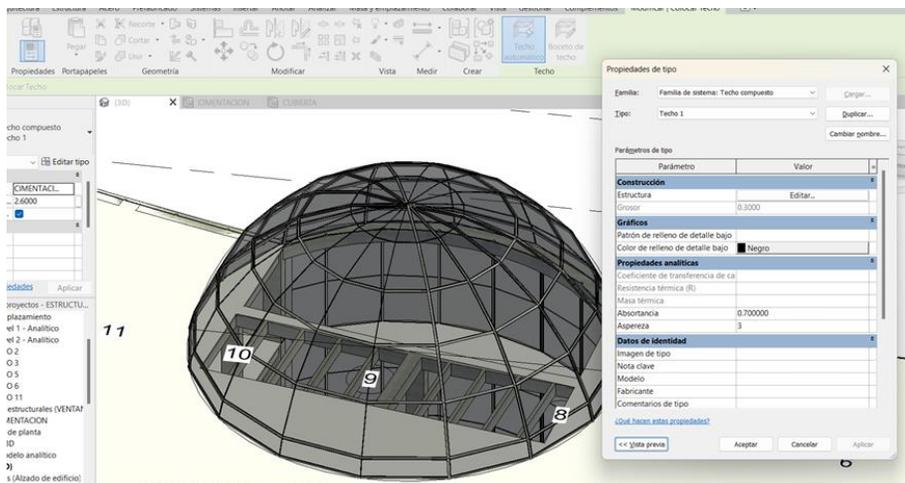
Imagen Proceso de digitalización en, Modelado de puestas ventanas y escalera



Nota. Elaboración propia.

Figura 33

Imagen Proceso de digitalización en, Modelado de cubierta acorde al alcance LOD y LOI



Nota. Elaboración propia.

## **Aplicación del Modelado de la Edificación Arquitectónica con la Metodología BIM en Instalaciones**

### **MEP**

#### ***Introducción***

Se detalla el proceso de modelado de las instalaciones MEP (Mecánicas, Eléctricas y de Plomería) utilizando la metodología BIM. Se abordará el modelado de las redes de tuberías para los módulos de baños de hombres y mujeres, así como las instalaciones de iluminación y potencia. Todo el modelado se ceñirá a las normativas específicas, como la NTC 1500 del código colombiano de instalaciones hidráulicas y sanitarias.

#### ***Modelado de Redes de Tuberías en Módulos de Baños***

##### ***Red de Tuberías Sanitarias***

1. **Acceso a la vista de planta del módulo de baño:** Navegue a la vista de planta del módulo de baño en el software Revit.
2. **Selección de la herramienta de tuberías:** En la pestaña "Sistemas", seleccione la herramienta "Tubería" del panel "Plomería y Tuberías".
3. **Definición de tipos de tuberías y componentes:** Elija el tipo de tubería adecuado (PVC, cobre, etc.) desde el navegador de proyectos. Seleccione los componentes como sanitarios, lavamanos, orinales y sifones de piso.
4. **Modelado de tuberías horizontales y verticales:** Dibuje los ramales de tubería horizontal y vertical conectando los sanitarios y otros componentes a la red principal. Ajuste las propiedades de la tubería según los requerimientos del proyecto.

5. **Incorporación de ductos y cajas de inspección:** Inserte ductos y cajas de inspección en los puntos necesarios para facilitar el mantenimiento y la inspección de la red de tuberías sanitarias.

### ***Red de Aguas Lluvias***

1. **Selección de la herramienta de tuberías para aguas lluvias:** En la pestaña "Sistemas", seleccione nuevamente la herramienta "Tubería", pero configurada para el sistema de aguas lluvias.
2. **Modelado de ramales de tuberías:** Dibuje los ramales de tubería horizontal y vertical, asegurando que las cajas de inspección estén correctamente ubicadas para el manejo eficiente de las aguas lluvias.
3. **Cumplimiento de la NTC 1500:** Verifique que el modelado de la red de aguas lluvias cumpla con los requisitos establecidos en la NTC 1500 del código colombiano de instalaciones hidráulicas y sanitarias.

### ***Modelado de Instalaciones de Iluminación***

#### ***Iluminación del Módulo de Baño***

1. **Selección de la herramienta de iluminación:** En la pestaña "Sistemas", seleccione la herramienta "Luminarias" del panel "Eléctrico".
2. **Inserción de lámparas e interruptores:** Coloque las lámparas e interruptores en las ubicaciones especificadas en el diseño arquitectónico. Utilice familias de luminarias adecuadas para entornos de baño.
3. **Modelado de trayectorias de tuberías para el circuito de iluminación:** Dibuje las trayectorias de las tuberías que conectan las lámparas e interruptores al tablero de distribución. Asegúrese de que las conexiones sean coherentes, eficientes y cumplan con las normas de seguridad.

4. **Incorporación del tablero de distribución:** Inserte el tablero de distribución en una ubicación accesible y centralizada dentro del módulo de baño.

### ***Modelado de Instalaciones de Potencia***

#### ***Red de Potencia para el Módulo de Baño***

1. **Selección de la herramienta de tuberías para potencia:** En la pestaña "Sistemas", seleccione la herramienta "Conduits" del panel "Eléctrico".
2. **Inserción de tomacorrientes y tomas con protección al agua:** Coloque tomacorrientes y tomas con protección al agua tipo GFCI en las ubicaciones especificadas en el diseño arquitectónico.
3. **Modelado de trayectorias de tuberías para el circuito de potencia:** Dibuje las trayectorias de las tuberías horizontales y verticales que conectan los tomacorrientes y tomas GFCI al tablero de distribución.
4. **Cumplimiento de las normativas de seguridad:** Asegúrese de que todas las instalaciones eléctricas cumplan con las normativas de seguridad pertinentes, como las distancias mínimas entre tomacorrientes y fuentes de agua.

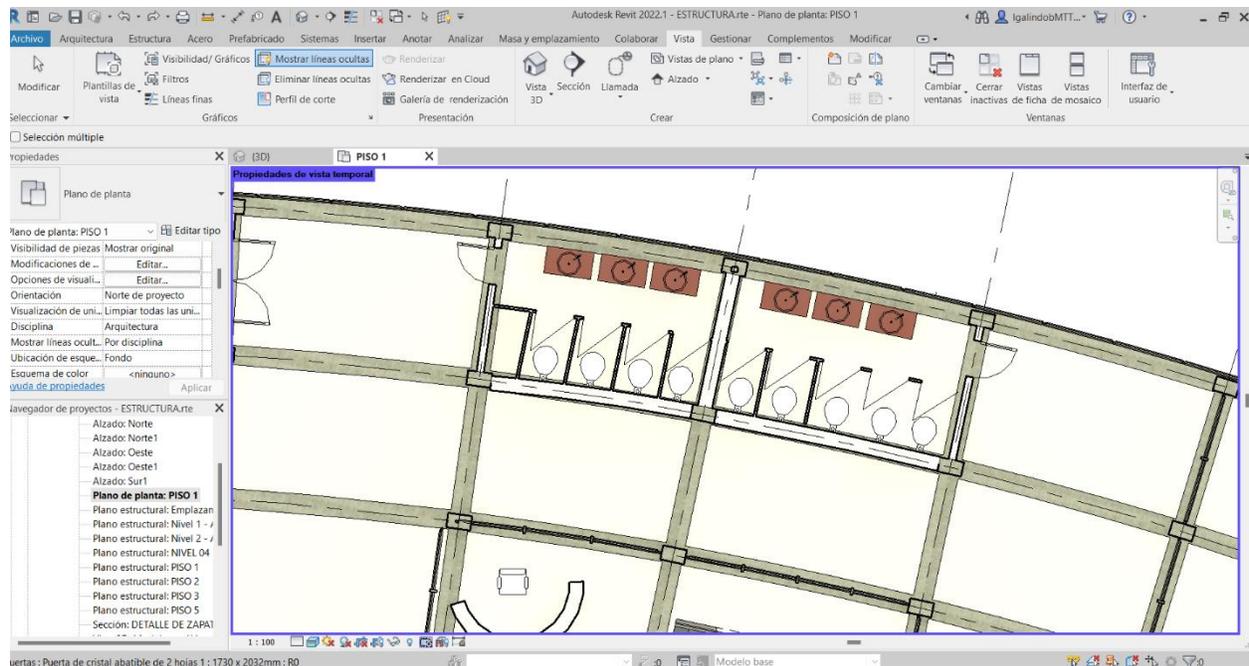
### **Integración con el Modelo Arquitectónico**

#### ***Coordinación de Disciplinas***

1. **Utilización de herramientas de coordinación en Revit:** Emplee las herramientas de coordinación en Revit para garantizar que todas las instalaciones MEP estén correctamente integradas con el modelo arquitectónico. Esto implica verificar que no haya interferencias entre tuberías, conductos y elementos estructurales.

**Figura 34**

*Imagen Proceso de digitalización en, Modelado de redes fontanería o suministro*



*Nota.* Elaboración propia.

Se está planeando una propuesta arquitectónica que cumpla con las normativas utilizando la metodología BIM (Building Information Modeling), integrando aplicaciones MEP. Esto incluye el modelado de redes de fontanería o suministro, redes sanitarias y aguas lluvias, así como redes eléctricas, iluminación y potencia, y redes mecánicas HVAC.

### ***Coordinación de especialidades, documentación y tiempos***

La metodología BIM es una herramienta integral para la gestión de proyectos de arquitectura y construcción. Entre sus principales características se encuentran la detección de interferencias, la abstracción de cantidades, la gestión de documentos y la simulación de procesos constructivos. Estas funcionalidades permiten planificar la ejecución de un proyecto a un nivel de detalle tridimensional (3D) y temporal (4D), lo que facilita una visión holística y precisa del proceso constructivo.

### **Análisis de interferencias e inconsistencias**

el análisis de interferencias e inconsistencias es una herramienta fundamental en la metodología BIM que permite optimizar la eficiencia, la calidad y el éxito de los proyectos de arquitectura y construcción. La implementación de este proceso proactivo en las diferentes etapas del proyecto genera importantes beneficios, reduciendo costos, mejorando la comunicación y colaboración entre las disciplinas involucradas, y asegurando la entrega de un edificio construido de manera segura, funcional y acorde a las expectativas del cliente.

### **Creación de informes de coordinación**

la creación de informes de coordinación en BIM es una práctica fundamental para garantizar la integración exitosa de todas las disciplinas en un proyecto de construcción. Mediante el uso de herramientas especializadas y una metodología sistemática, estos informes mejoran la comunicación, reducen errores y optimizan la eficiencia del proyecto, contribuyendo significativamente a su éxito.

### ***Abstracción y gestión de cantidades***

La metodología BIM (Building Information Modeling) ha revolucionado la industria de la construcción al ofrecer una herramienta integral para la gestión eficiente de proyectos. En este contexto, la abstracción y gestión de cantidades en BIM juega un papel fundamental para optimizar la planificación, el control de costos y el uso de recursos en la ejecución de obras.

#### ***Objetivos de la Abstracción y Gestión de Cantidades***

La implementación de la abstracción y gestión de cantidades en BIM persigue objetivos claros que contribuyen al éxito general del proyecto:

**Precisión en la Estimación:** Obtener cantidades exactas de materiales directamente desde el modelo BIM permite realizar estimaciones precisas de costos, evitando sobrecostos o desperdicios innecesarios.

**Optimización de Recursos:** Planificar y gestionar de manera eficiente los recursos materiales y humanos basándose en datos cuantitativos precisos, reduciendo costos y aumentando la productividad.

**Mejora en la Planificación:** Facilitar una planificación detallada de la obra, permitiendo una programación adecuada de las actividades, la asignación de recursos y la gestión del cronograma.

**Control de Costos:** Mantener un control riguroso sobre los costos del proyecto mediante el seguimiento continuo de las cantidades y el uso de materiales, asegurando el cumplimiento del presupuesto establecido.

### ***Herramientas para la Gestión de Cantidades en BIM***

Afortunadamente, existen diversas herramientas BIM especializadas que facilitan la extracción, análisis y gestión de cantidades de manera eficiente:

**Autodesk Revit:** Permite la extracción de cantidades directamente desde el modelo BIM, generando tablas y listas de materiales detalladas, facilitando la estimación de costos y la planificación de compras.

**Navisworks Quantification:** Ofrece herramientas avanzadas para la cuantificación de materiales y recursos, integrando datos de diferentes modelos y formatos, permitiendo análisis complejos y comparaciones precisas.

### **Configuración de Planimetrías y Documentación en BIM**

La metodología BIM (Building Information Modeling) no solo se enfoca en la creación y gestión de modelos 3D, sino que también es crucial para la generación de planimetrías y documentación del

proyecto. Configurar planimetrías y documentación precisa es vital para garantizar que todos los aspectos del proyecto se comuniquen claramente y cumplan con los estándares necesarios. Esta fase abarca desde la configuración de vistas y planos hasta la generación de documentos detallados que se usarán durante todo el ciclo de vida del proyecto.

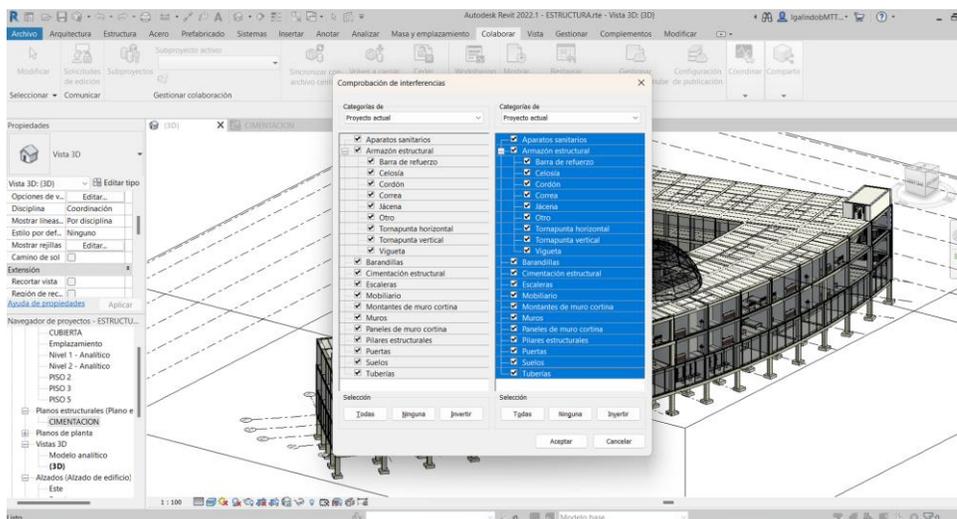
### Simulación de actividades constructivas

La simulación de actividades constructivas BIM para el proyecto arquitectónico del campus universi de Vikkii en Finlandia utiliza tecnología 4D (3D más planificación) para mejorar la planificación y gestión. Esta herramienta permite visualizar el programa de construcción en su totalidad, facilitando una comprensión global del proyecto para estudiantes, profesores y todos los involucrados, optimizando así la eficiencia y la coordinación en todas las fases de construcción.

Imagenes Proceso de digitalización en, **ANÁLISIS DE INTERFERENCIAS E INCONSISTENCIAS** desde la figura 35 hasta la figura 41.

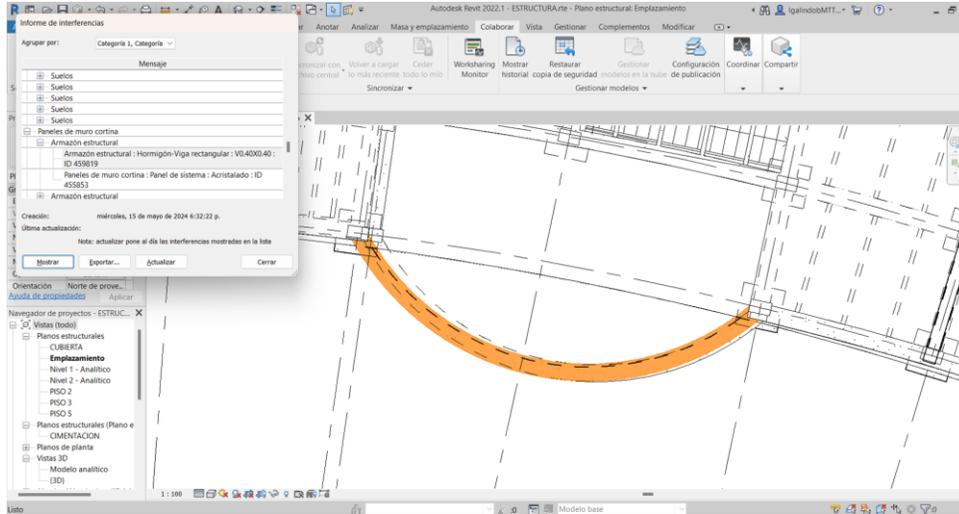
### Figura 35

#### *Análisis de interferencias e inconsistencias*



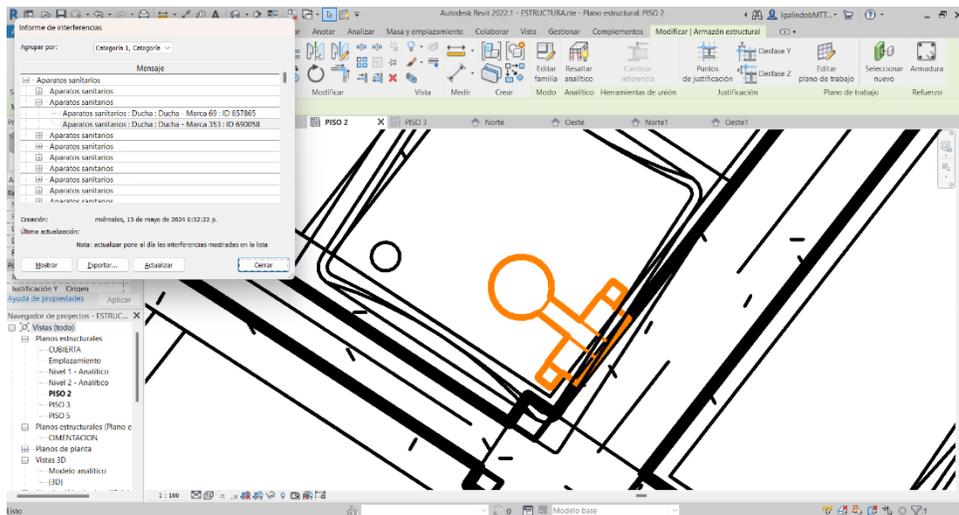
Nota. Elaboración propia.

Figura 36



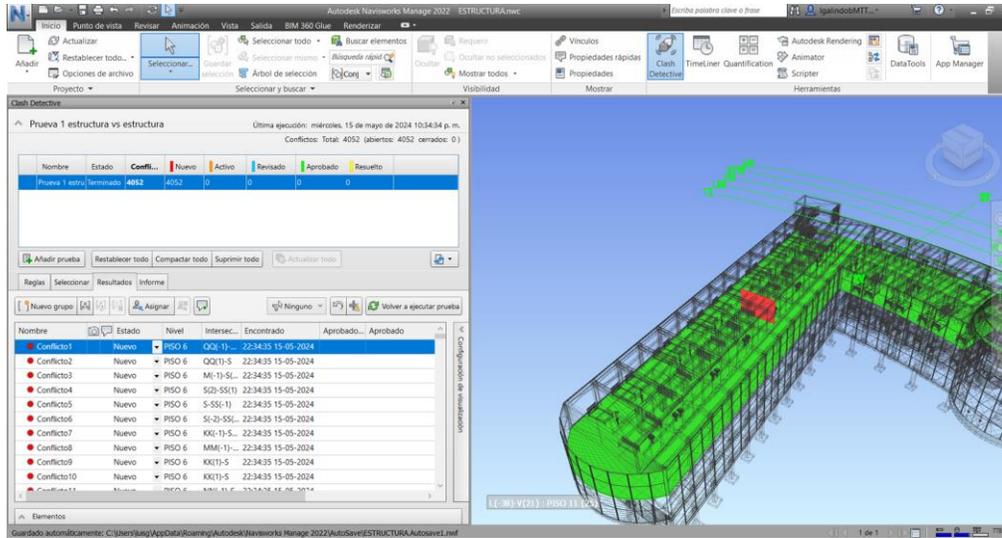
Nota. Elaboración propia.

Figura 37



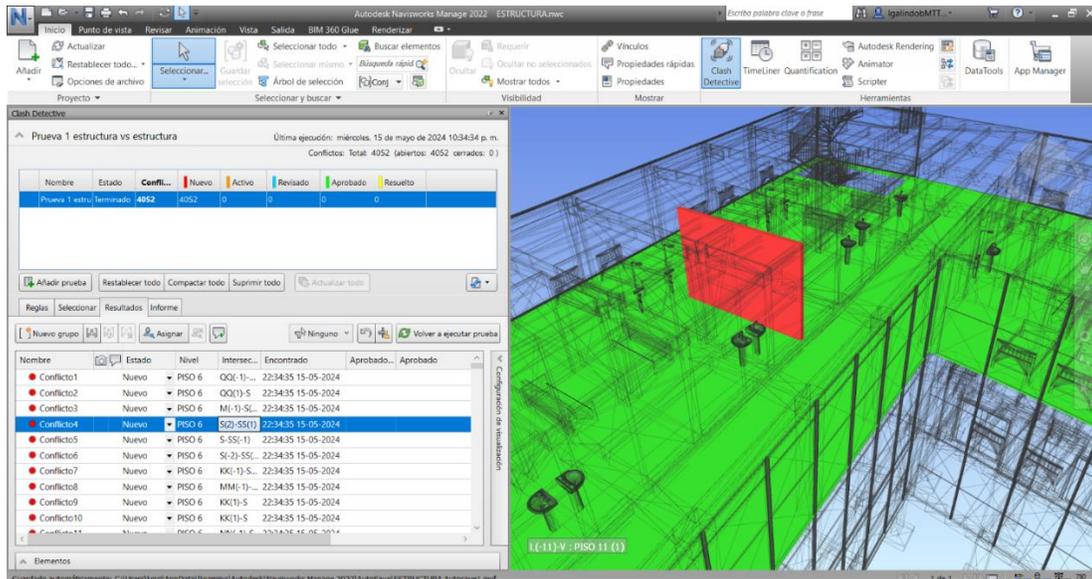
Nota. Elaboración propia.

Figura 38



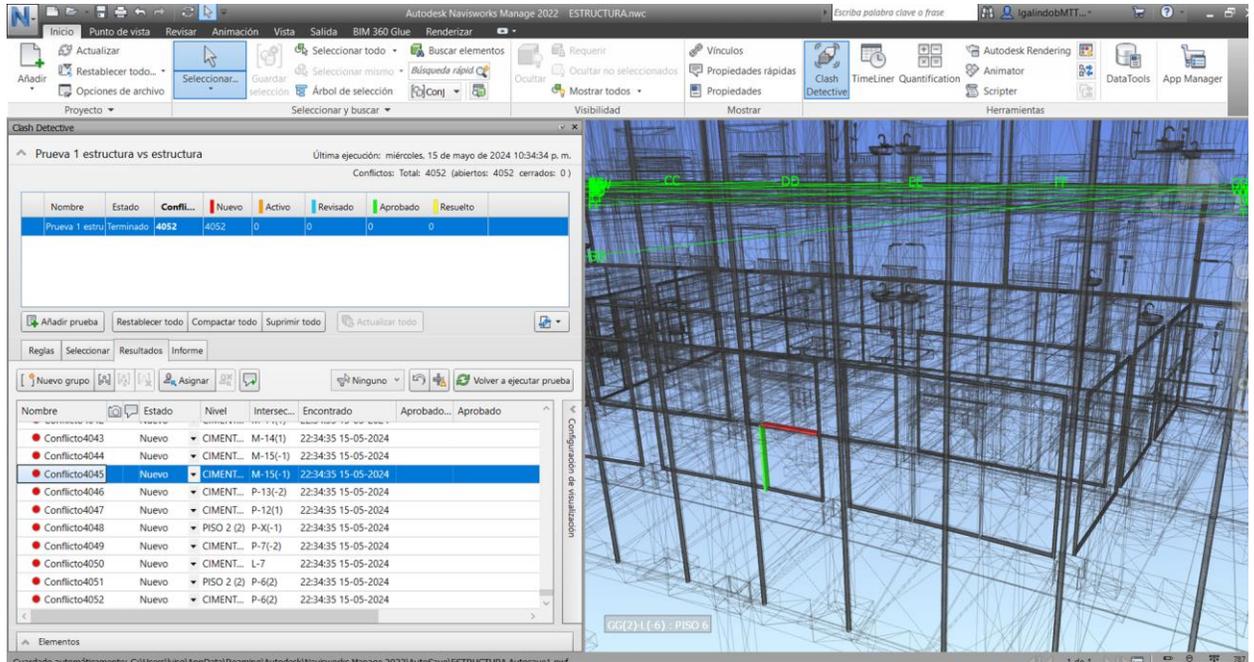
Nota. Elaboración propia.

Figura 39



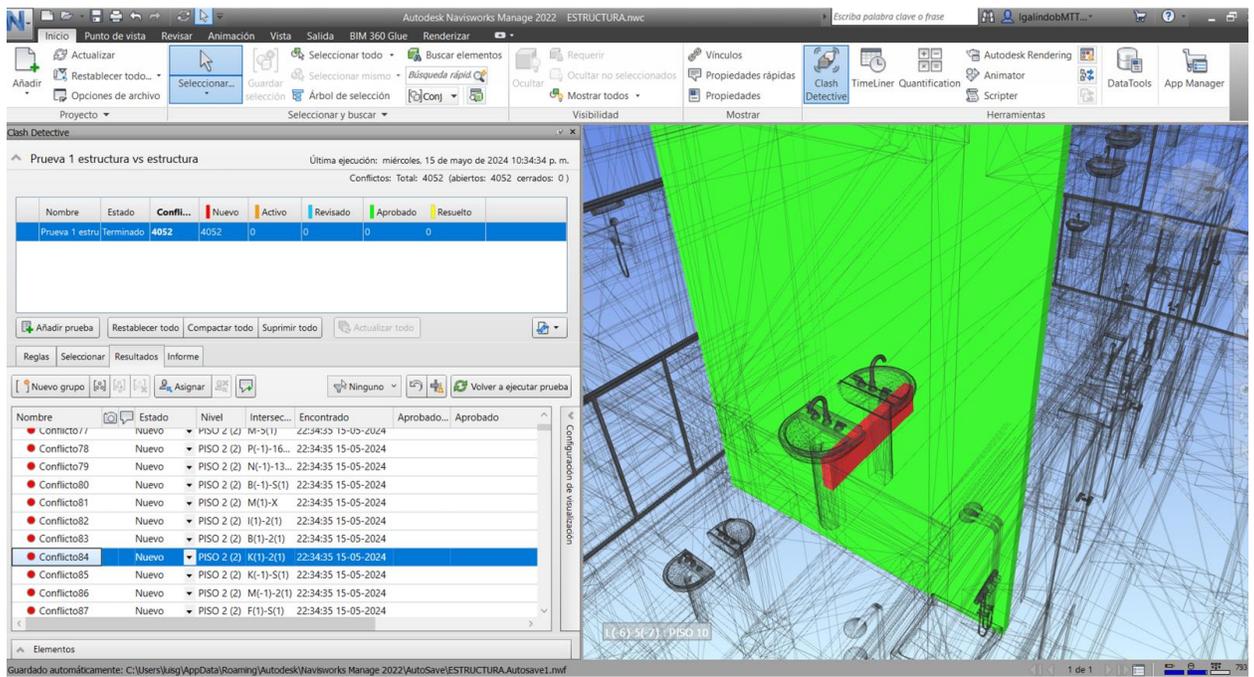
Nota. Elaboración propia.

Figura 40



Nota. Elaboración propia.

Figura 41

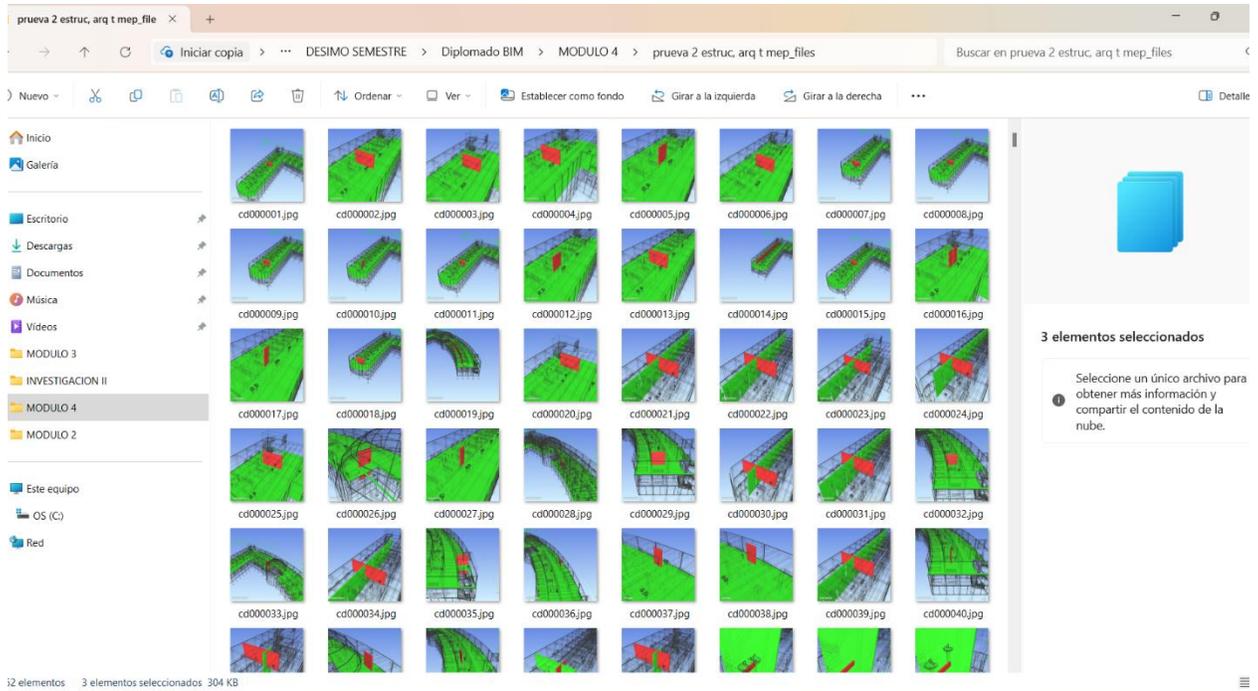


Nota. Elaboración propia.

Imágenes Proceso de digitalización en, **CREACIÓN DE INFORMES DE COORDINACIÓN** desde la Figura 42 hasta la figura 44.

**Figura 42**

*Creación de informes de coordinación*



*Nota.* Elaboración propia.

**Figura 43**

**AUTODESK NAVISWORKS Informe de conflictos**

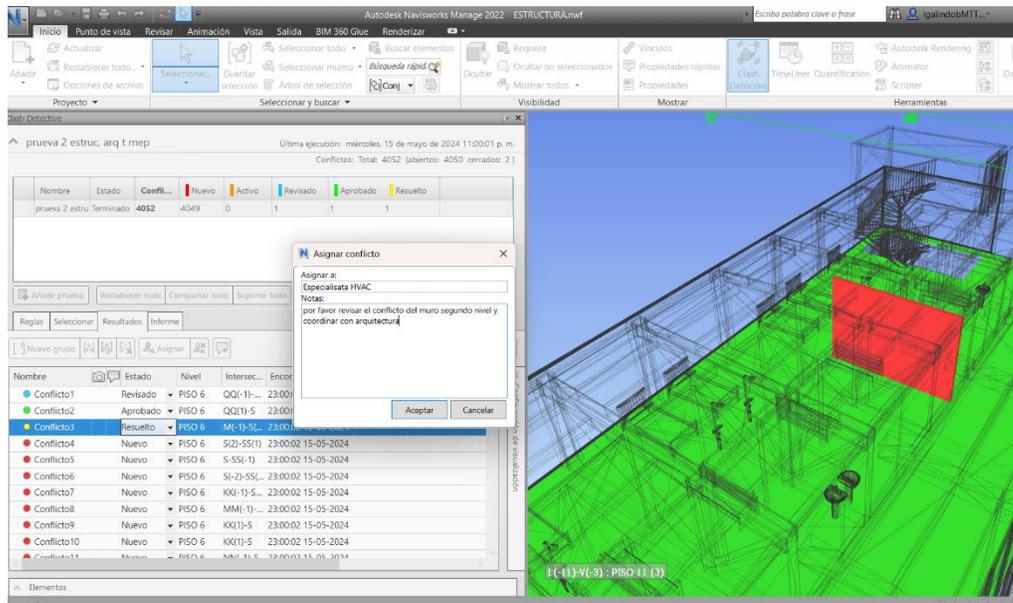
prueba 2 estruc, arq t mep	Tolerancia	Conflictos	Nuevo	Activo	Revisado	Aprobado	Resuelto	Tipo	Estado
	0.001m	4052	4052	0	0	0	0	Estático	Aceptar

Imagen	Nombre de conflicto	Estado	Distancia	Ubicación de rejilla	Descripción	Fecha de detección	Punto de conflicto	ID de elemento	Elemento 1			Elemento 2			
									Capa	Elemento Nombre	Elemento Tipo	ID de elemento	Capa	Elemento Nombre	Elemento Tipo
	Conflicto1	Nuevo	-3.000	QQ-S : PISO 6	Estático	2024/5/16 04:0	x:-27.154, y:-4.729, z:6.000	ID de elemento: 650196	PISO 2	Muro por defecto	Sólido	ID de elemento: 405862	PISO 6	Muro por defecto	Sólido
	Conflicto2	Nuevo	-3.000	QQ-S : PISO 6	Estático	2024/5/16 04:0	x:-25.673, y:-1.694, z:6.000	ID de elemento: 650066	PISO 2	Muro por defecto	Sólido	ID de elemento: 405862	PISO 6	Muro por defecto	Sólido
	Conflicto3	Nuevo	-3.000	M-S : PISO 6	Estático	2024/5/16 04:0	x:-30.237, y:7.635, z:6.000	ID de elemento: 649447	PISO 2	Muro por defecto	Sólido	ID de elemento: 405862	PISO 6	Muro por defecto	Sólido
	Conflicto4	Nuevo	-3.000	S-SS : PISO 6	Estático	2024/5/16 04:0	x:-25.050, y:4.777, z:6.000	ID de elemento: 649777	PISO 2	Muro por defecto	Sólido	ID de elemento: 405862	PISO 6	Muro por defecto	Sólido
	Conflicto5	Nuevo	-3.000	S-SS : PISO 6	Estático	2024/5/16 04:0	x:-26.759, y:1.707, z:6.000	ID de elemento: 649885	PISO 2	Muro por defecto	Sólido	ID de elemento: 405862	PISO 6	Muro por defecto	Sólido

Nota. Elaboración propia.

Figura 44

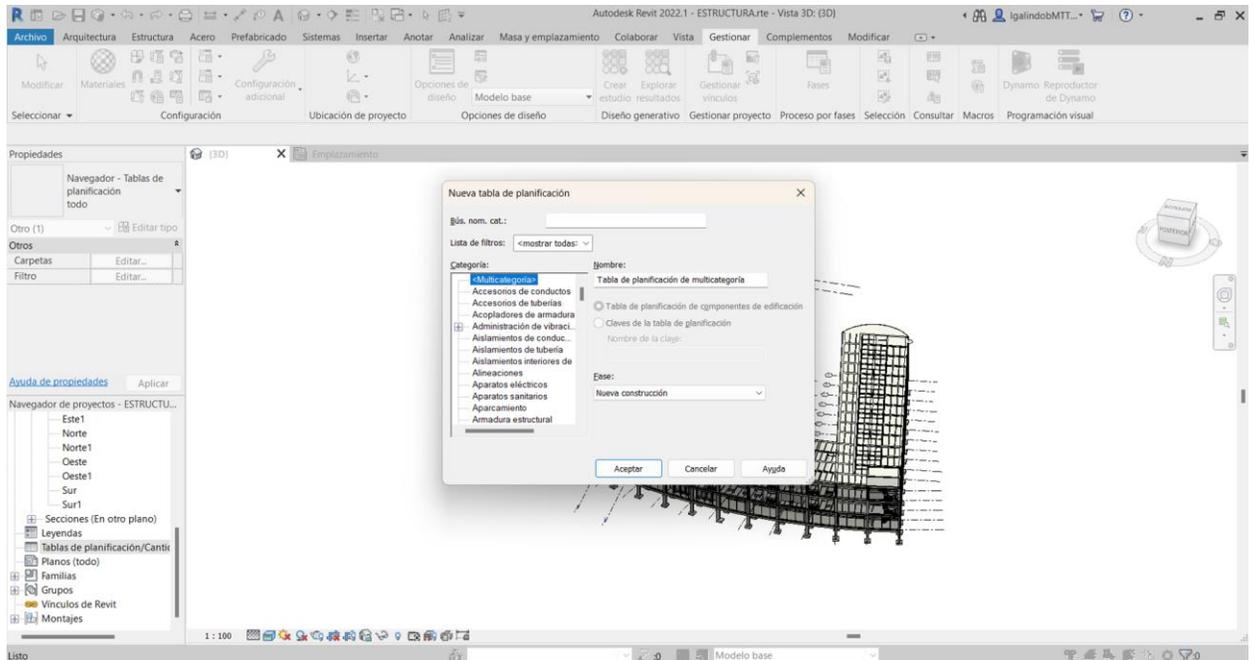


Nota. Elaboración propia.

Imágenes Proceso de digitalización en **ABSTRACCIÓN Y GESTIÓN DE CANTIDADES** desde la figura 45 hasta la figura 52.

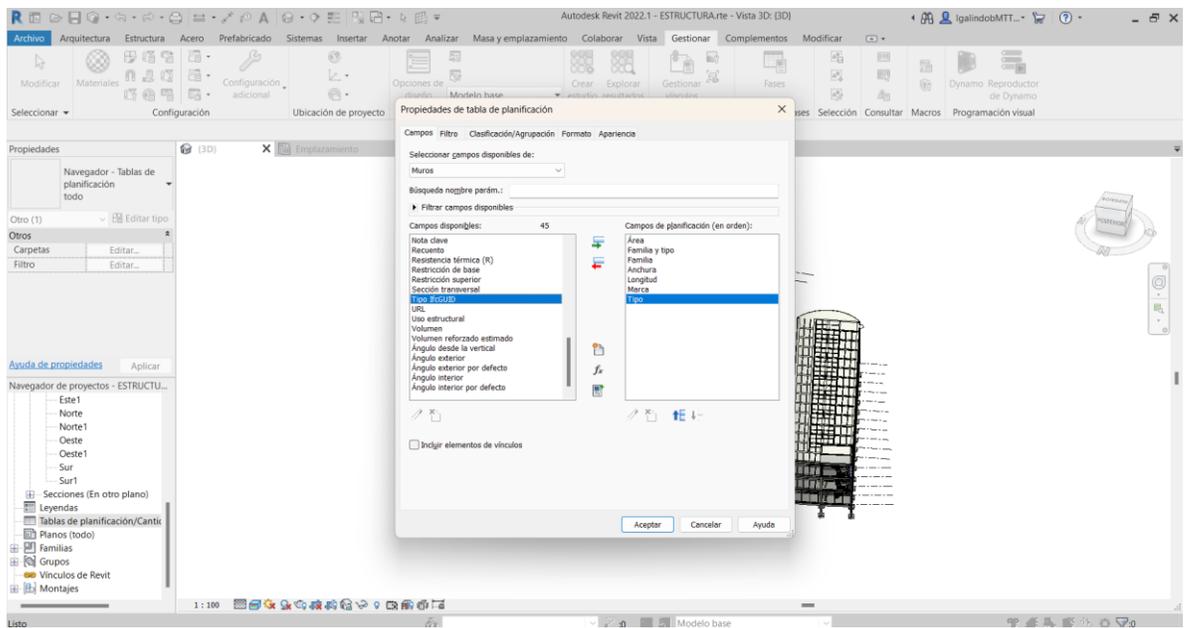
Figura 45

Abstracción y gestión de cantidades



Nota. Elaboración propia.

Figura 46



Nota. Elaboración propia.

Figura 47

A	B	C	D	E	F	G
Área	Familia y tipo	Familia	Ancho	Longitud	Marca	Tipo
48 m²	Muro cortina. Muro	Muro cortina		16.06		Muro cortina 3.0x1
31 m²	Muro cortina. Muro	Muro cortina		10.32		Muro cortina 3.0x1
108 m²	Muro cortina. Muro	Muro cortina		35.85		Muro cortina 3.0x1
48 m²	Muro cortina. Muro	Muro cortina		16.07		Muro cortina 3.0x1
31 m²	Muro cortina. Muro	Muro cortina		10.32		Muro cortina 3.0x1
108 m²	Muro cortina. Muro	Muro cortina		35.84		Muro cortina 3.0x1
48 m²	Muro cortina. Muro	Muro cortina		16.07		Muro cortina 3.0x1
31 m²	Muro cortina. Muro	Muro cortina		10.32		Muro cortina 3.0x1
108 m²	Muro cortina. Muro	Muro cortina		35.85		Muro cortina 3.0x1
40 m²	Muro cortina. Muro	Muro cortina		13.36		Muro cortina 3.0x1
101 m²	Muro cortina. Muro	Muro cortina		33.52		Muro cortina 3.0x1
40 m²	Muro cortina. Muro	Muro cortina		13.36		Muro cortina 3.0x1
101 m²	Muro cortina. Muro	Muro cortina		33.52		Muro cortina 3.0x1
34 m²	Muro cortina. Muro	Muro cortina		11.30		Muro cortina 3.0x1
101 m²	Muro cortina. Muro	Muro cortina		33.56		Muro cortina 3.0x1
138 m²	Muro cortina. Muro	Muro cortina		45.86		Muro cortina Mader
256 m²	Muro cortina. Muro	Muro cortina		85.18		Muro cortina Mader
38 m²	Muro cortina. Muro	Muro cortina		12.54		Muro cortina Mader
2 m²	Muro cortina. Muro	Muro cortina		0.75		Muro cortina Mader
2 m²	Muro cortina. Muro	Muro cortina		0.83		Muro cortina Mader
17 m²	Muro cortina. Muro	Muro cortina		5.51		Muro cortina Mader
16 m²	Muro cortina. Muro	Muro cortina		5.17		Muro cortina Mader
16 m²	Muro cortina. Muro	Muro cortina		5.26		Muro cortina Mader
16 m²	Muro cortina. Muro	Muro cortina		5.25		Muro cortina Mader
16 m²	Muro cortina. Muro	Muro cortina		5.26		Muro cortina Mader
15 m²	Muro cortina. Muro	Muro cortina		4.90		Muro cortina Mader
16 m²	Muro cortina. Muro	Muro cortina		5.26		Muro cortina Mader
16 m²	Muro cortina. Muro	Muro cortina		5.28		Muro cortina Mader
16 m²	Muro cortina. Muro	Muro cortina		5.29		Muro cortina Mader
16 m²	Muro cortina. Muro	Muro cortina		5.31		Muro cortina Mader
16 m²	Muro cortina. Muro	Muro cortina		5.34		Muro cortina Mader
16 m²	Muro cortina. Muro	Muro cortina		5.36		Muro cortina Mader

Nota. Elaboración propia.

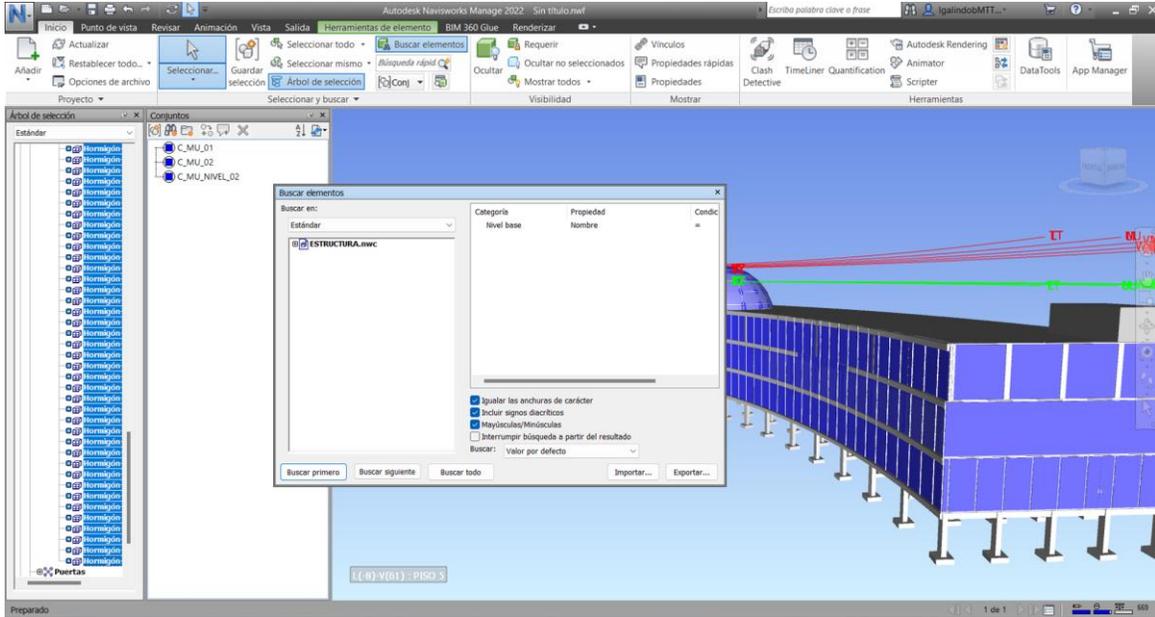
Figura 48

C	D	E	F	G
Familia	Ancho	Longitud	Tipo	Restricción de base
uro cortina		16.06	Muro cortina 3.0x1	CEMENTACION
uro cortina		10.32	Muro cortina 3.0x1	CEMENTACION
uro cortina		35.85	Muro cortina 3.0x1	CEMENTACION
uro cortina		11.30	Muro cortina 3.0x1	CEMENTACION
uro cortina		33.56	Muro cortina 3.0x1	CEMENTACION
uro cortina		45.86	Muro cortina Mader	CEMENTACION
uro cortina		85.18	Muro cortina Mader	CEMENTACION
uro cortina		12.54	Muro cortina Mader	CEMENTACION
uro cortina		2.80	Muro cortina interior	CEMENTACION
uro cortina		2.69	Muro cortina interior	CEMENTACION
uro cortina		4.43	Muro cortina interior	CEMENTACION
uro cortina		4.40	Muro cortina interior	CEMENTACION
uro cortina		4.37	Muro cortina interior	CEMENTACION
uro cortina		2.68	Muro cortina interior	CEMENTACION
uro cortina		2.80	Muro cortina interior	CEMENTACION
uro cortina		2.68	Muro cortina interior	CEMENTACION
uro cortina		2.69	Muro cortina interior	CEMENTACION
uro cortina		4.20	Muro cortina interior	CEMENTACION
uro cortina		4.16	Muro cortina interior	CEMENTACION
uro cortina		4.16	Muro cortina interior	CEMENTACION
uro cortina		2.68	Muro cortina interior	CEMENTACION
uro cortina		2.68	Muro cortina interior	CEMENTACION
uro cortina		2.68	Muro cortina interior	CEMENTACION
uro cortina		2.64	Muro cortina interior	CEMENTACION
uro cortina		4.30	Muro cortina interior	CEMENTACION
uro cortina		4.69	Muro cortina interior	CEMENTACION
uro cortina		0.10	Interior - bloques 10	CEMENTACION
uro cortina		4.05	Muro cortina interior	CEMENTACION
uro cortina		4.39	Muro cortina interior	CEMENTACION
uro cortina		3.79	Genérico - 300 mm	CEMENTACION
uro cortina		3.66	Muro cortina interior	CEMENTACION



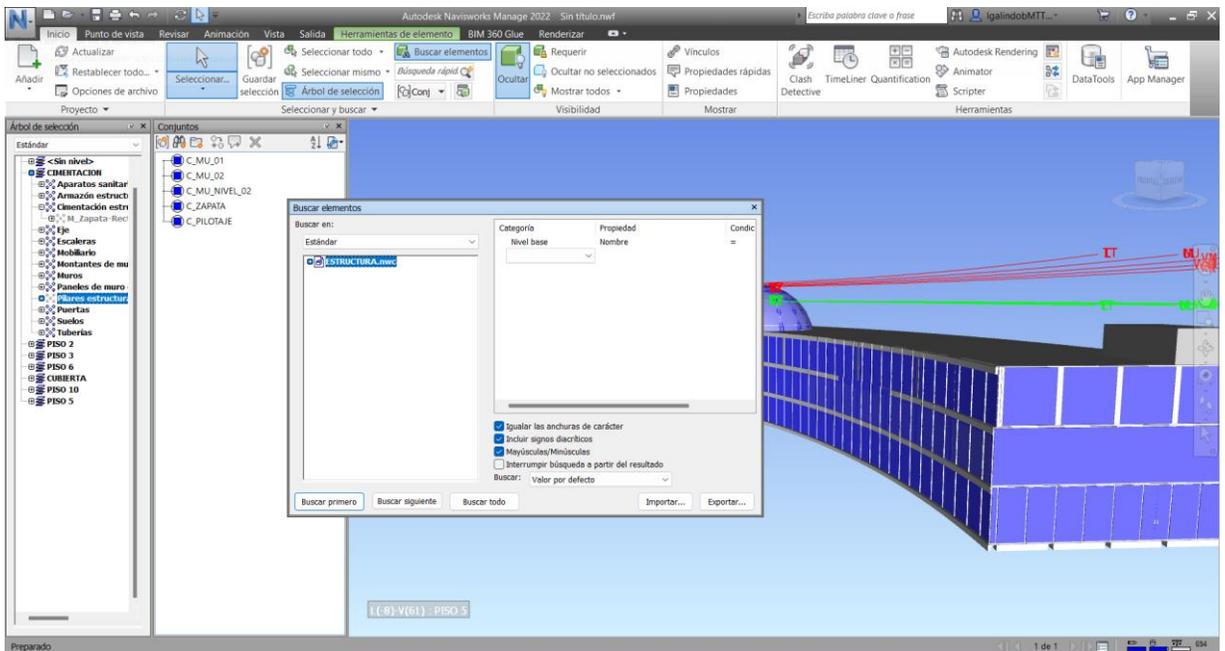
Nota. Elaboración propia.

Figura 51



Nota. Elaboración propia.

Figura 52

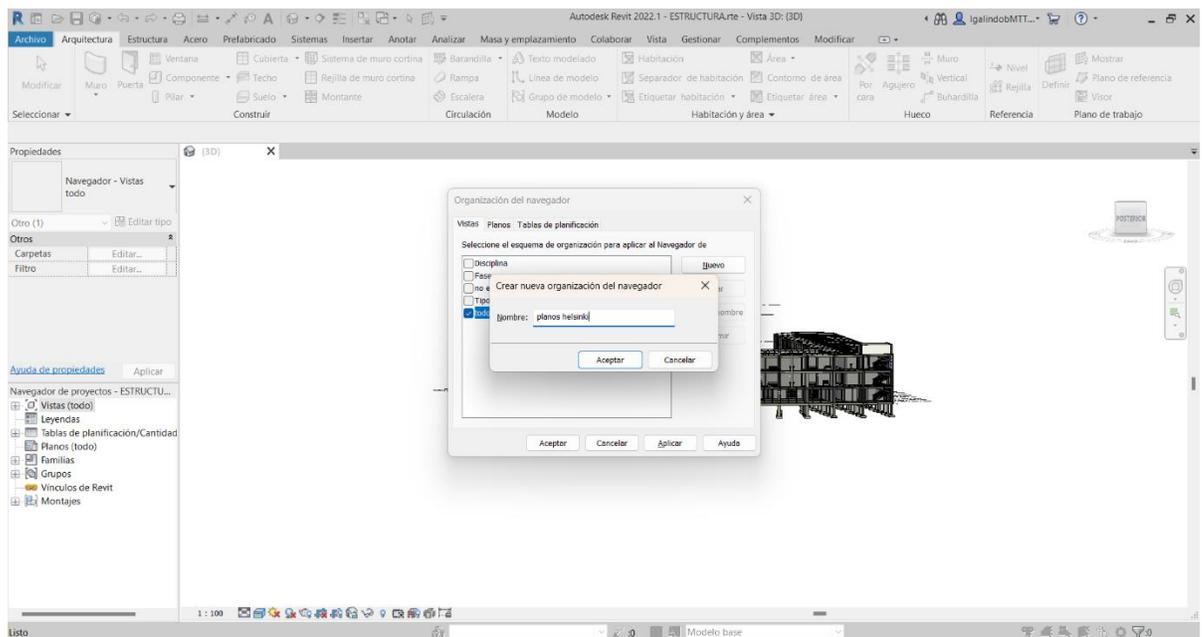


*Nota.* Elaboración propia.

Imágenes del Proceso de digitalización en, CONFIGURACIÓN DE PLANIMETRÍAS Y DOCUMENTACIÓN, desde la figura 53 hasta la figura 59.

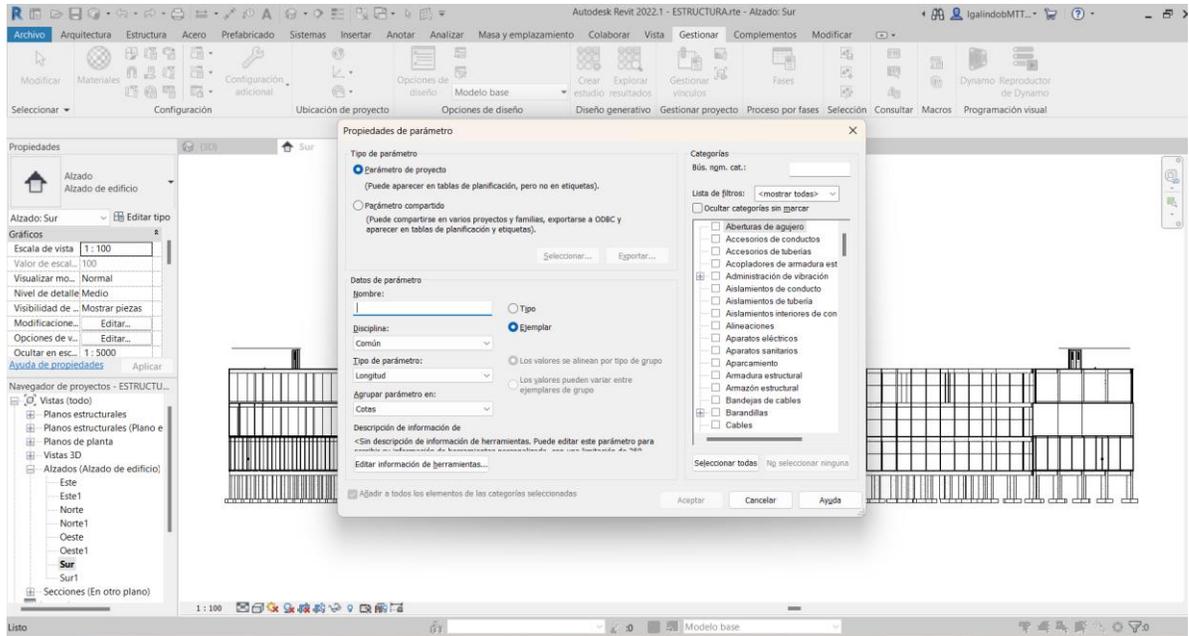
**Figura 53**

*Configuración de planimetrías y documentación*



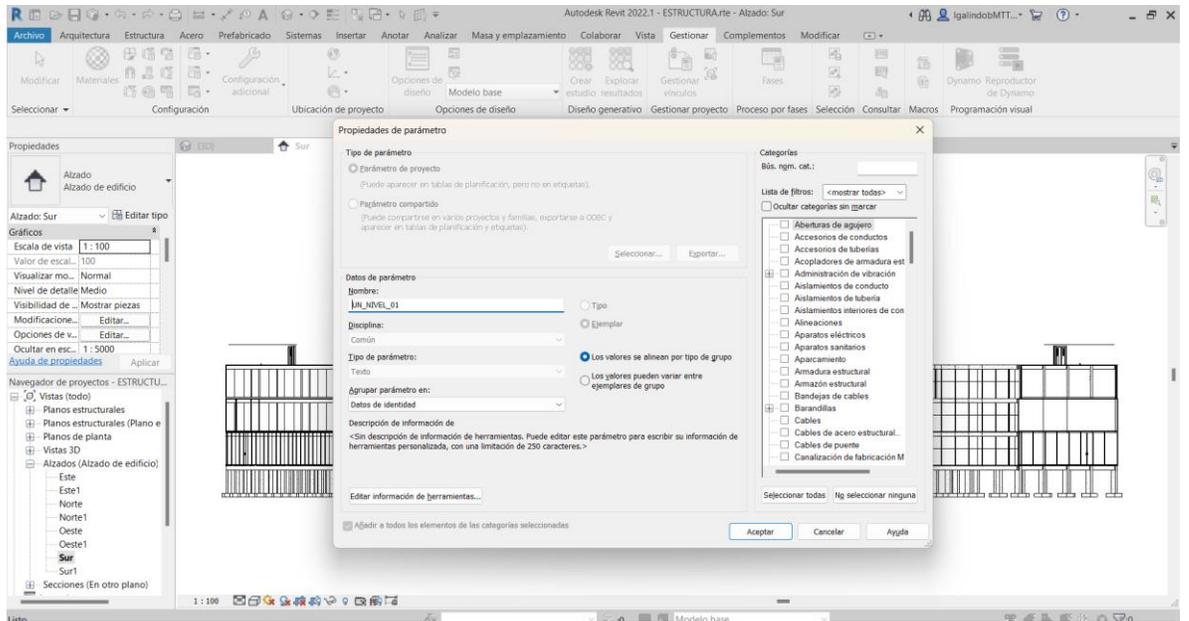
*Nota.* Elaboración propia.

**Figura 54**



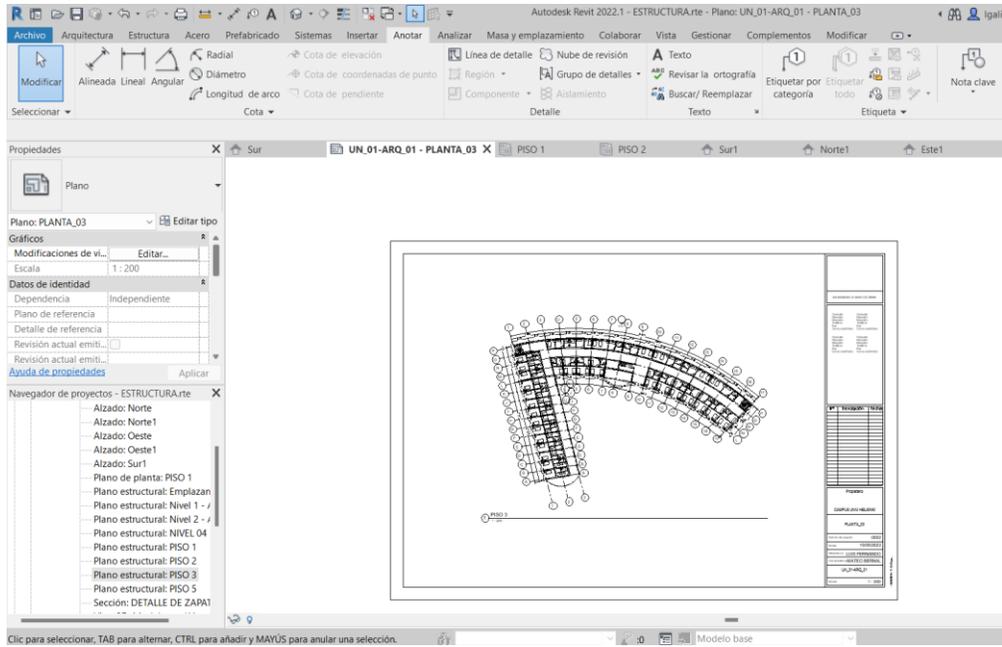
Nota. Elaboración propia.

Figura 55



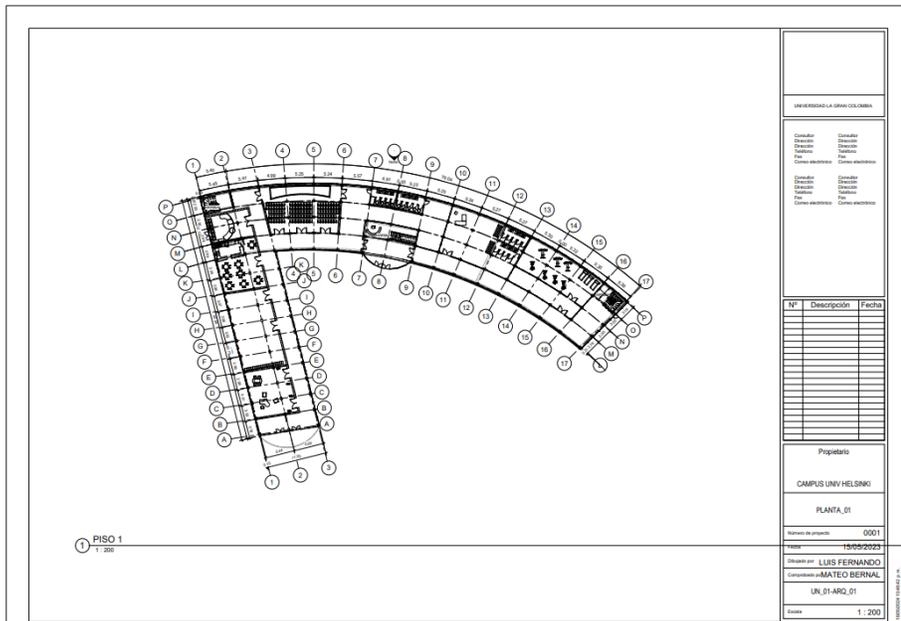
Nota. Elaboración propia.

Figura 56



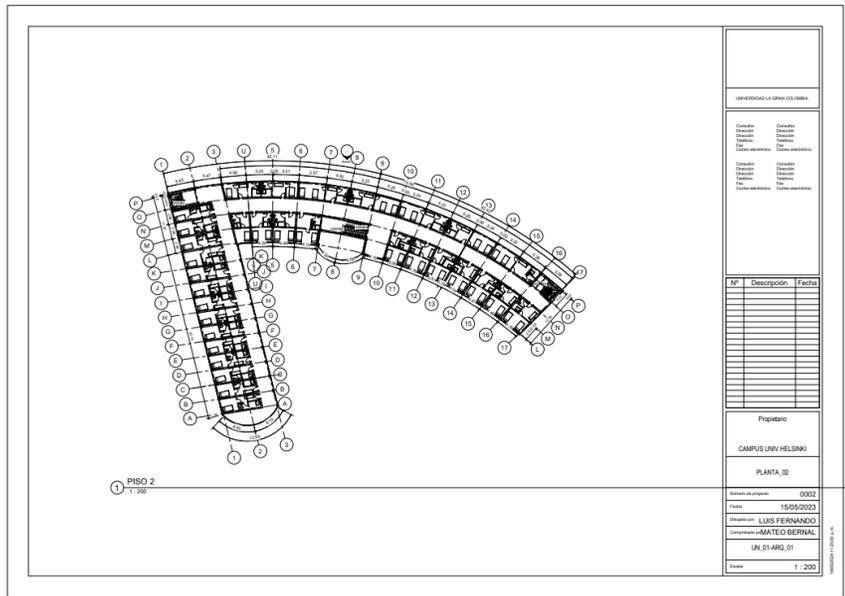
Nota. Elaboración propia.

Figura 57



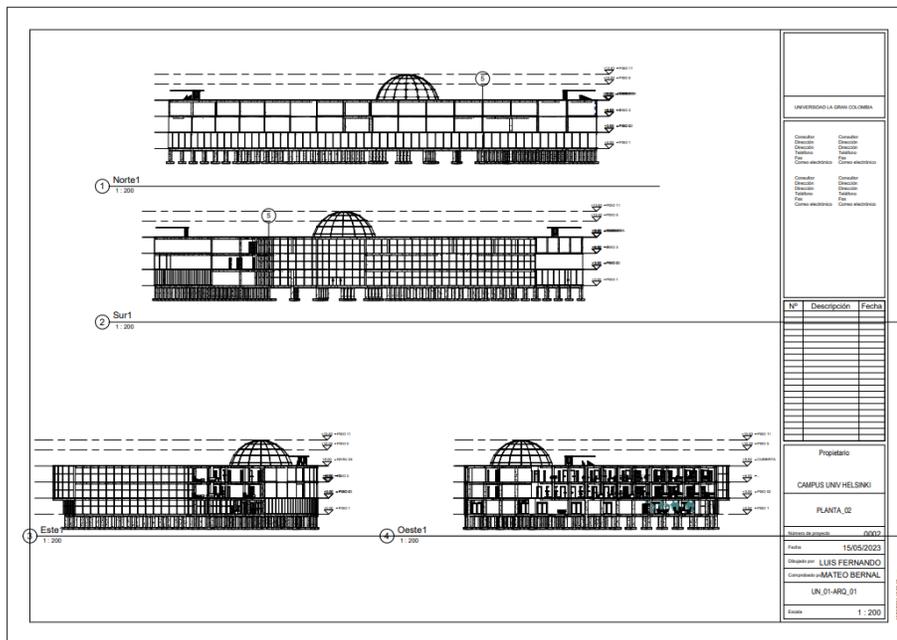
Nota. Elaboración propia.

Figura 58



Nota. Elaboración propia.

Figura 59

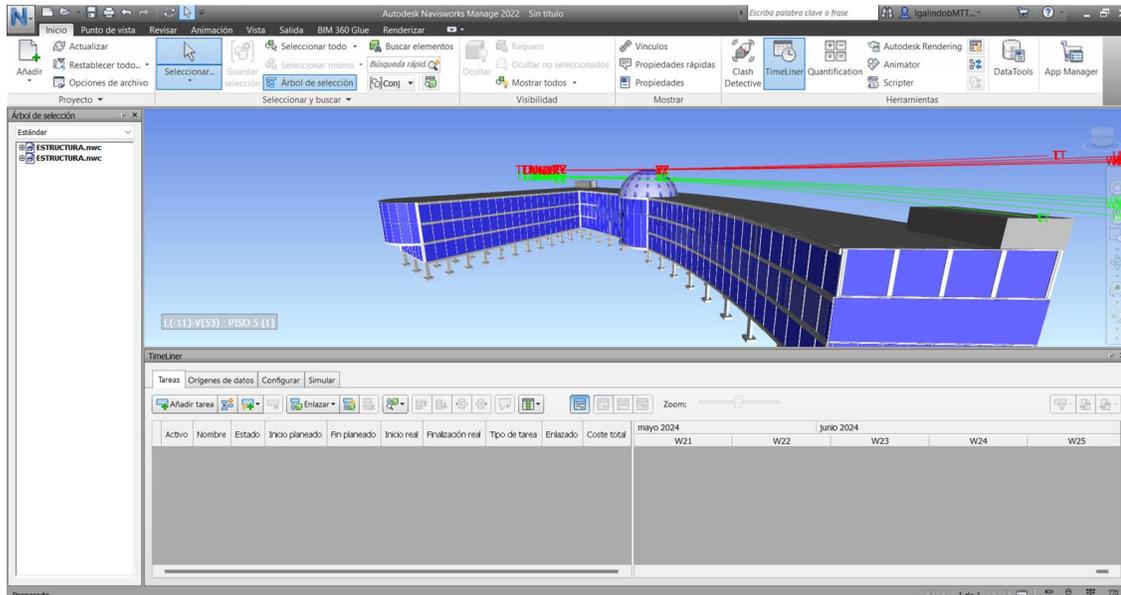


Nota. Elaboración propia.

Imágenes del Proceso de digitalización en, SIMULACIÓN DE ACTIVIDADES CONSTRUCTIVAS, desde la figura 60 hasta la figura 65.

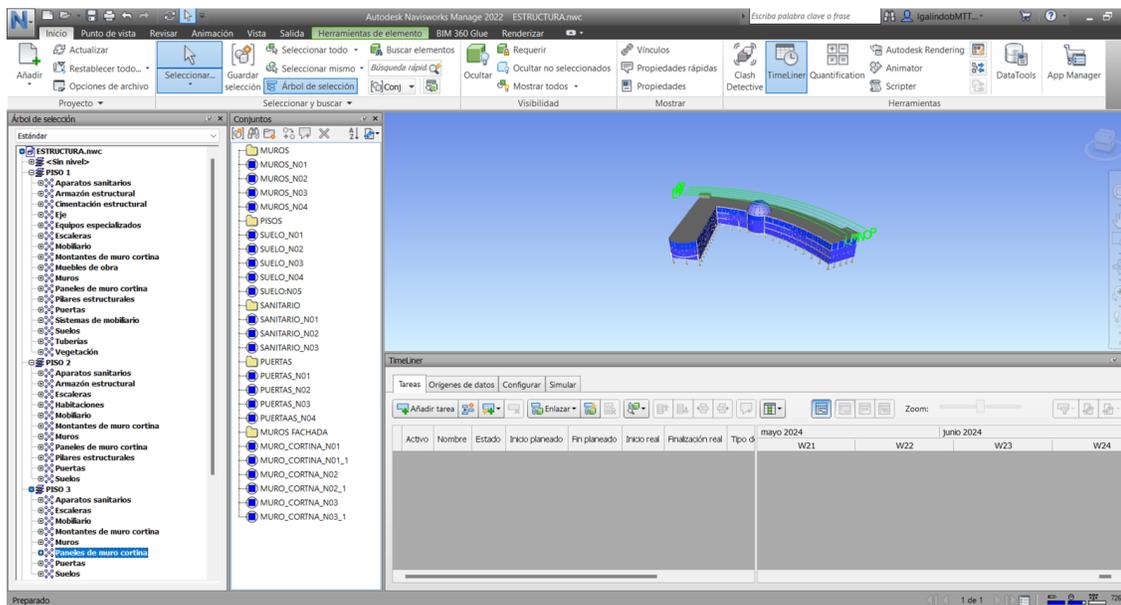
Figura 60

Simulación de actividades constructivas



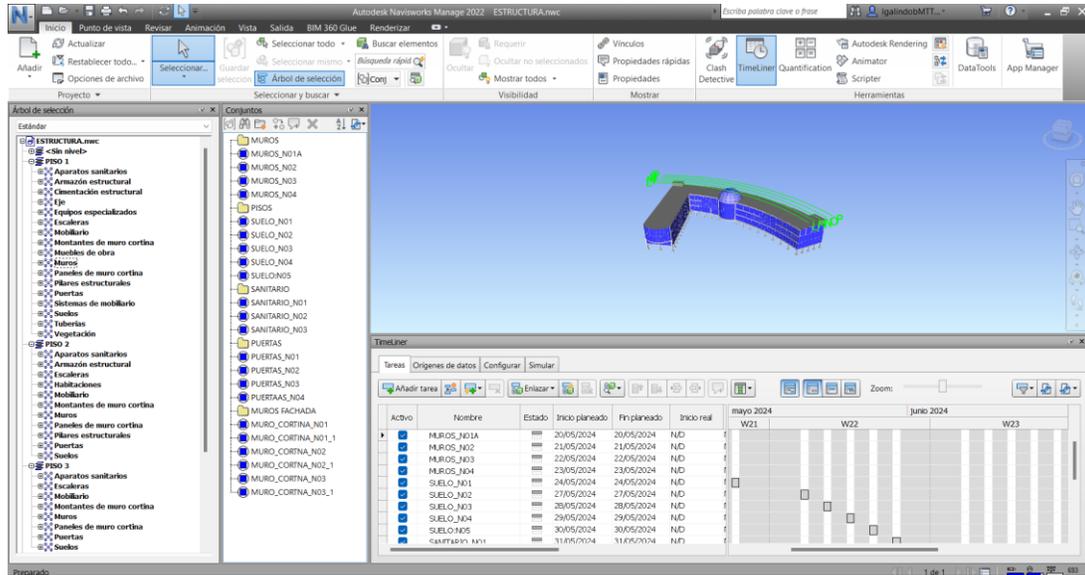
Nota. Elaboración propia.

Figura 61



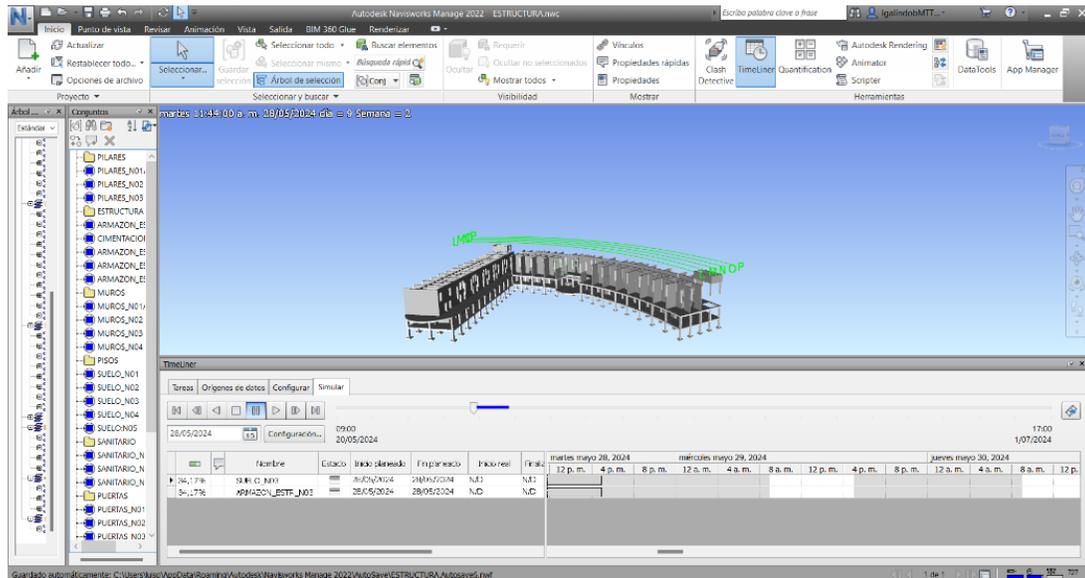
Nota. Elaboración propia.

Figura 62



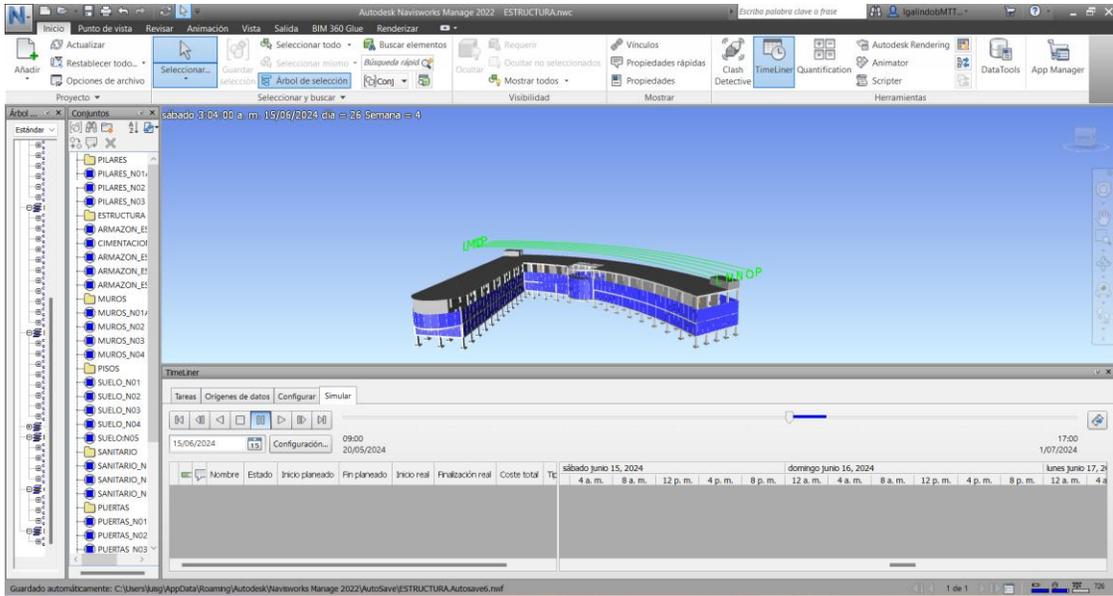
Nota. Elaboración propia.

Figura 63



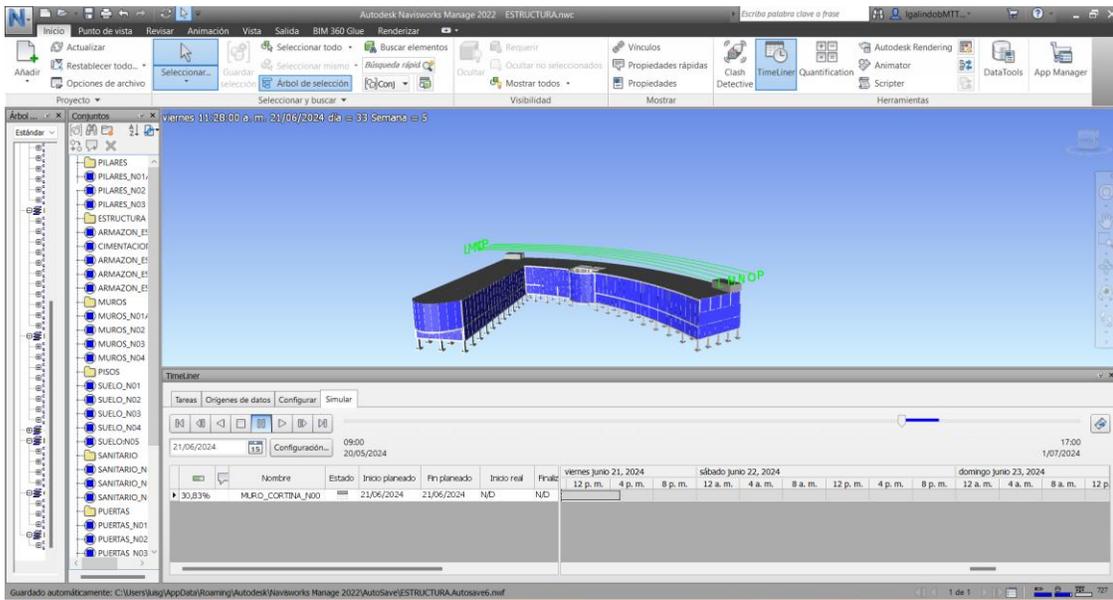
Nota. Elaboración propia.

Figura 64



Nota. Elaboración propia.

Figura 65



Nota. Elaboración propia.

**Realidad virtual e inmersiva**

La aplicación de la realidad virtual e inmersiva BIM en el proyecto arquitectónico del campus universitario de Vikkii en Finlandia permite a estudiantes y profesores experimentar y explorar el diseño de manera interactiva. Esta tecnología mejora la comprensión del espacio y facilita la toma de decisiones al proporcionar una visualización realista y envolvente del proyecto, optimizando así la planificación y la ejecución de la construcción.

***Exportación a ifc entre otros***

Los “Industry Foundation Classes” (IFC), según la ISO 16739-1:2018, son un formato digital estándar crucial para proyectos de ingeniería civil y arquitectura que utilizan la metodología BIM. Este formato facilita el intercambio de información entre las distintas especialidades del sector, promoviendo una colaboración eficiente. En el proyecto arquitectónico del campus universitario de Vikkii en Finlandia, el uso de IFC asegura que estudiantes, profesores y todos los involucrados puedan compartir y acceder a datos coherentes y precisos, mejorando la coordinación y la calidad del proyecto.

***Renderización en tiempo real***

Las tecnologías CAD han evolucionado, mejorando la visualización tridimensional y permitiendo renders en tiempo real gracias a avances en hardware y BIM. Esto beneficia a la construcción al facilitar interacciones en tiempo real. En el proyecto del campus universitario de Vikkii en Finlandia, el uso de IFC asegura datos precisos y coherentes, mejorando la coordinación y calidad del proyecto para estudiantes, profesores y demás involucrados.

***Fotomontaje y retoque fotográfico 3d***

En conclusión, la implementación de entornos de modelado en tiempo real y herramientas de edición mejora la generación de imágenes congruentes y precisas. Se presentarán técnicas para

modificar y retocar imágenes tridimensionales, optimizando su presentación en el proyecto arquitectónico del campus universitario de Vikkii en Finlandia.

### ***Fondos climáticos. Manejo de luces, sombras y reflejos***

En conclusión, el manejo de fondos climáticos, luces, sombras y reflejos es esencial para crear visualizaciones tridimensionales realistas y precisas. Estas técnicas mejoran la calidad de las presentaciones en el proyecto arquitectónico del campus universitario de Vikkii en Finlandia, proporcionando una comprensión más detallada y precisa del diseño.

### ***Visualización de modelos 3d***

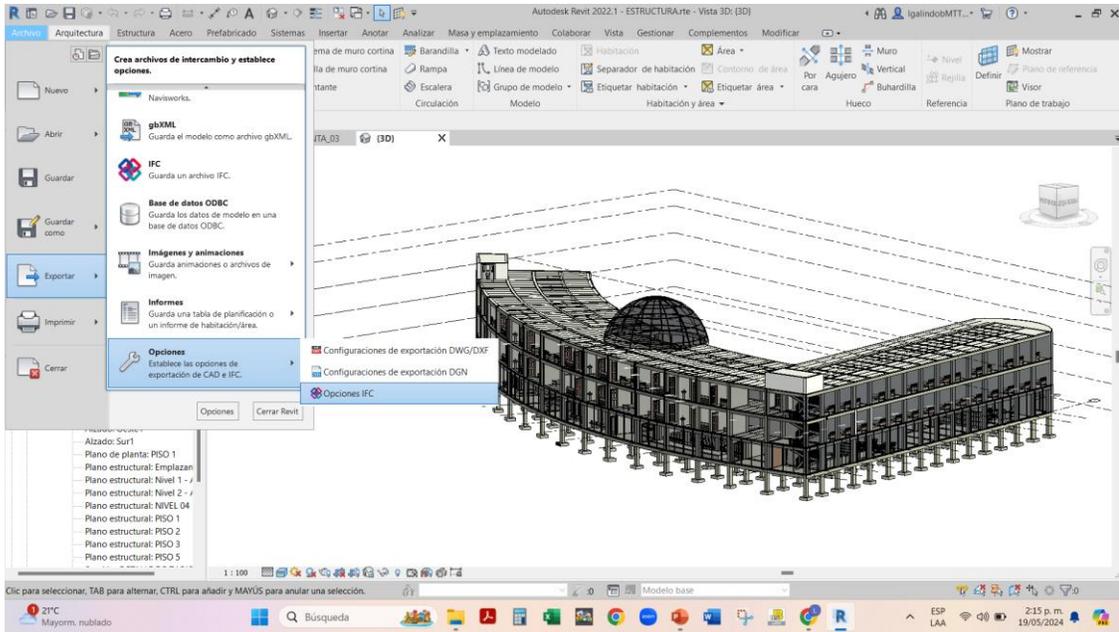
La metodología BIM sería ideal para el proyecto del campus universitario de Vikkii en Finlandia. Permitiría una colaboración más efectiva entre los equipos de diseño y construcción, facilitaría la visualización en 3D del proyecto completo, mejorar la gestión de datos y permitiría análisis de rendimiento para optimizar el diseño. En resumen, BIM ayudaría a crear un campus más eficiente y exitoso.

### **Realidad virtual inmersiva**

para el proyecto del campus universitario de Vikkii en Finlandia, especialmente cuando se combina con la realidad inmersiva. Esto permitiría una colaboración más efectiva entre los equipos, facilitaría la visualización en 3D del proyecto completo y, además, ofrecería experiencias inmersivas que permitirían a los stakeholders explorar el diseño de manera más realista antes de la construcción. En resumen, la combinación de BIM y realidad inmersiva ayudaría a crear un campus más eficiente y exitoso.

### **Figura 66**

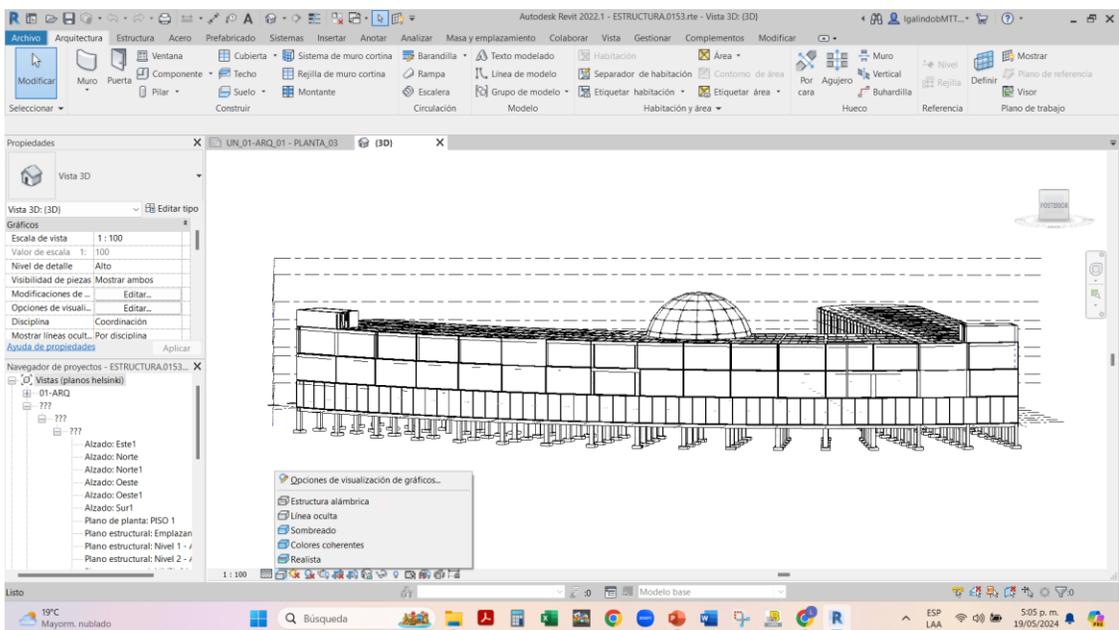
*Imagen Proceso de digitalización en, REALIDAD VIRTUAL E INMERSIVA*



Nota. Elaboración propia.

Figura 67

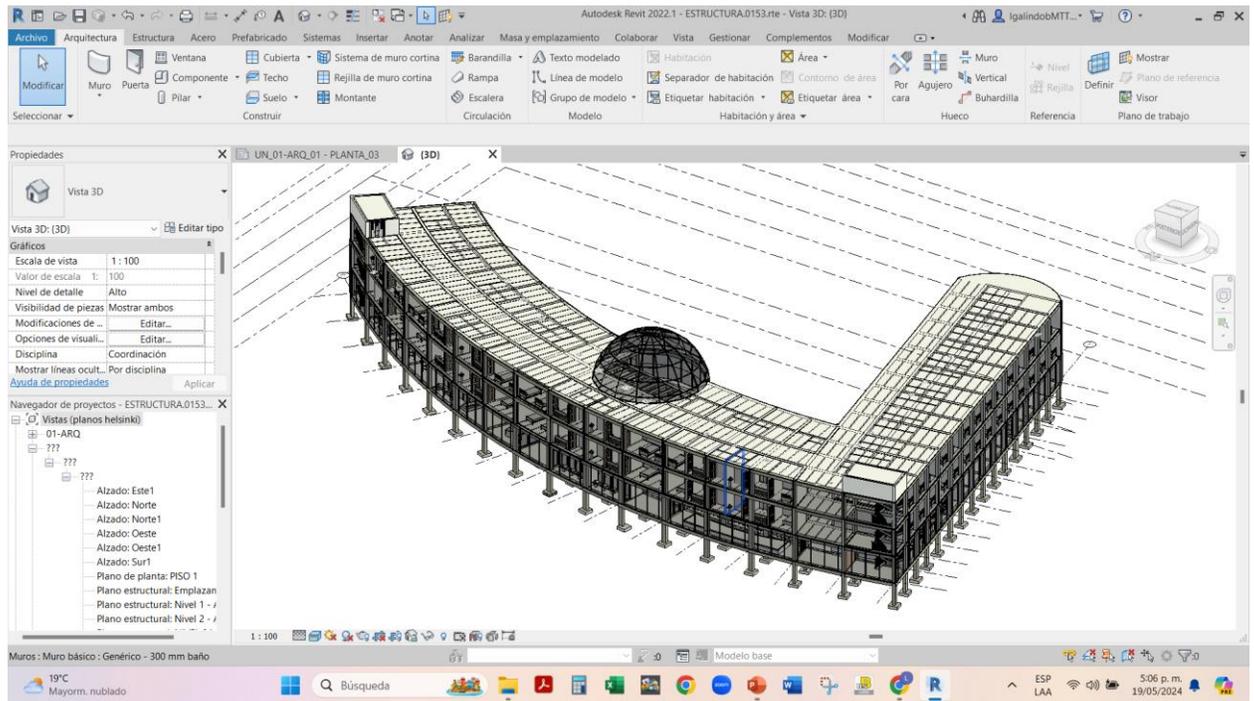
Imagen Proceso de digitalización en, REALIDAD VIRTUAL E INMERSIVA (RENDERIZACION EN TIEMPO REAL)



Nota. Elaboración propia.

**Figura 68**

*Imagen Proceso de digitalización en, REALIDAD VIRTUAL E INMERSIVA (RENDERIZACION EN TIEMPO REAL)*



*Nota. Elaboración propia.*

**Figura 69**

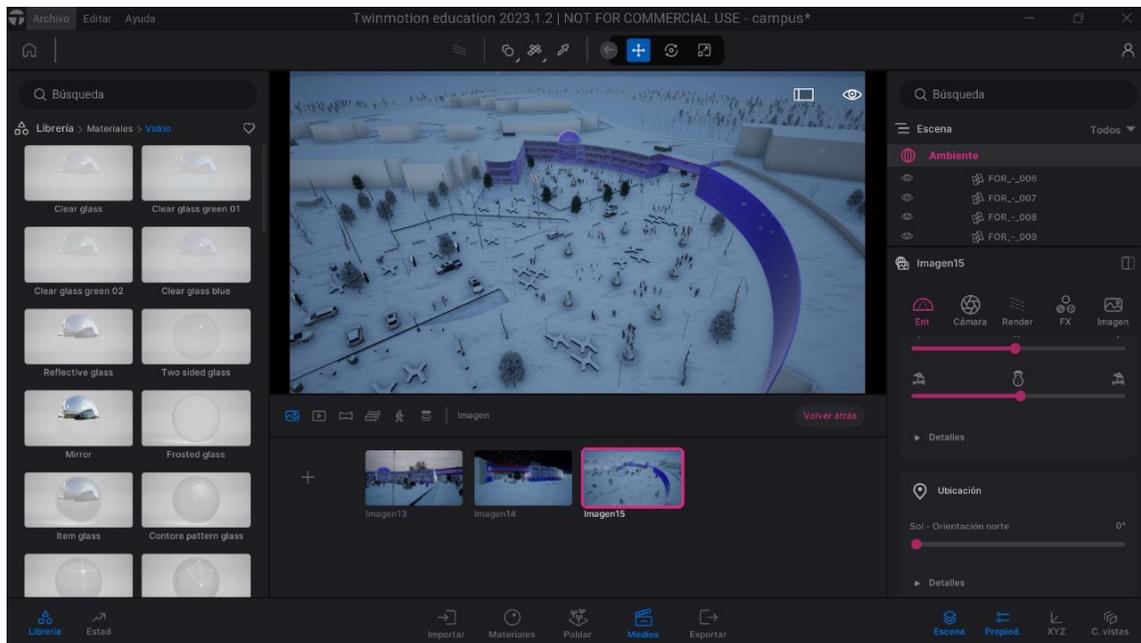
*ventajas usos TwinMotion*



Nota. Elaboración propia.

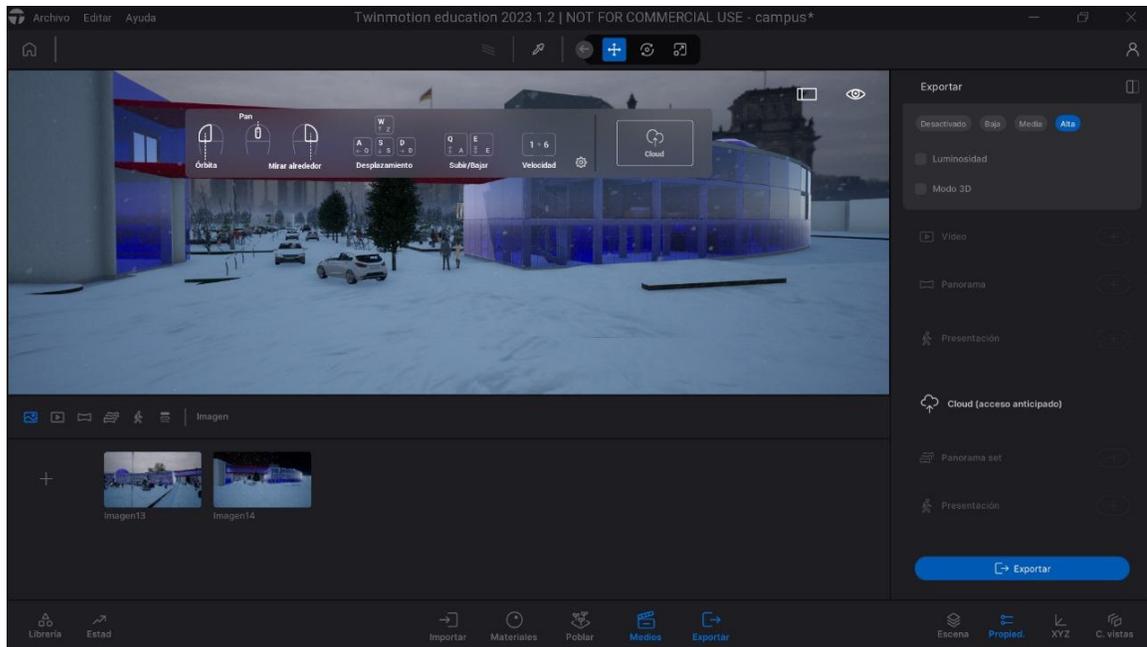
imágenes del Proceso de digitalización en, REALIDAD VIRTUAL E INMERSIVA, proceso de renderización, desde la figura 70 hasta la figura 78.

**Figura 70**



Nota. Elaboración propia.

**Figura 71**



Nota. Elaboración propia.

Figura 72



Nota. Elaboración propia.

**Desarrollo del Proyecto**

**Figura 73**



*Nota.* Elaboración propia.

**Figura 74**



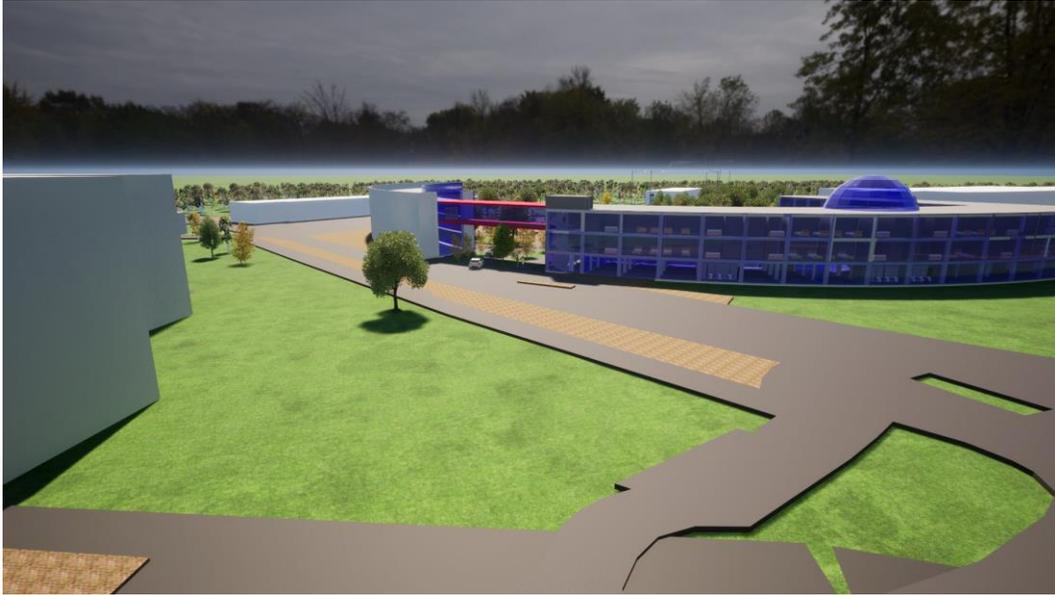
*Nota.* Elaboración propia.

**Figura 75**



*Nota.* Elaboración propia.

**Figura 76**



*Nota.* Elaboración propia.

**Figura 77**



*Nota.* Elaboración propia.

**Figura 78**



*Nota.* Elaboración propia.

### **Conclusión: Aplicación de BIM en el Proyecto del Campus Universitario de Viikki, Finlandia**

La implementación de la metodología BIM (Building Information Modeling) en el diseño y construcción del campus universitario de Viikki, Finlandia, ha demostrado ser una estrategia altamente eficaz para abordar los desafíos específicos del proyecto. Este enfoque ha permitido una integración y coordinación optimizadas entre las diversas disciplinas involucradas, garantizando un diseño cohesivo y funcional que responde adecuadamente a las necesidades de la comunidad académica y al entorno climático extremo de la región.

#### ***Beneficios Clave de BIM en el Proyecto:***

##### ***Mejora en la Coordinación y Colaboración:***

La utilización de BIM ha facilitado una comunicación fluida entre los equipos de arquitectura, ingeniería y construcción, reduciendo significativamente los conflictos y errores durante las fases de diseño y ejecución. Herramientas como Autodesk Revit y Navisworks han sido cruciales para detectar y resolver interferencias e inconsistencias tempranas en el proceso.

##### ***Precisión en la Planificación y Gestión de Recursos:***

La capacidad de extraer y gestionar cantidades de materiales con precisión ha optimizado el uso de recursos y ha permitido un control riguroso de los costos. Esto no solo ha contribuido a la eficiencia

económica del proyecto, sino que también ha minimizado el desperdicio, alineándose con los principios de sostenibilidad y conservación ambiental.

***Adaptación al Entorno Climático:***

El diseño del campus, apoyado en la metodología BIM, ha incorporado soluciones específicas para enfrentar las bajas temperaturas y asegurar el confort térmico de los edificios. La planificación detallada de materiales y tecnologías adecuadas ha garantizado espacios habitables y eficientes energéticamente.

***Generación de Documentación Precisa:***

La configuración de planimetrías y documentación a través de BIM ha asegurado que todos los planos, secciones, y detalles constructivos sean precisos y coherentes con el modelo digital. Esta documentación ha facilitado la comunicación clara y efectiva entre todos los participantes del proyecto, desde el diseño hasta la construcción y operación.

***Innovación en el Diseño y Construcción:***

La metodología BIM ha permitido explorar soluciones innovadoras para la integración de espacios públicos y privados, promoviendo una interacción social activa y un ambiente educativo enriquecedor. Además, ha apoyado la implementación de tecnologías avanzadas y sostenibles en el campus.

La aplicación de BIM en el proyecto del campus universitario de Viikki en Finlandia ha sido un factor determinante para su éxito. Esta metodología ha ofrecido una plataforma integral para la planificación, diseño, construcción y gestión del proyecto, asegurando que se cumplan los objetivos de eficiencia, sostenibilidad y calidad. La capacidad de BIM para integrar múltiples disciplinas, gestionar recursos de manera eficiente y adaptar soluciones específicas al entorno climático y funcional del

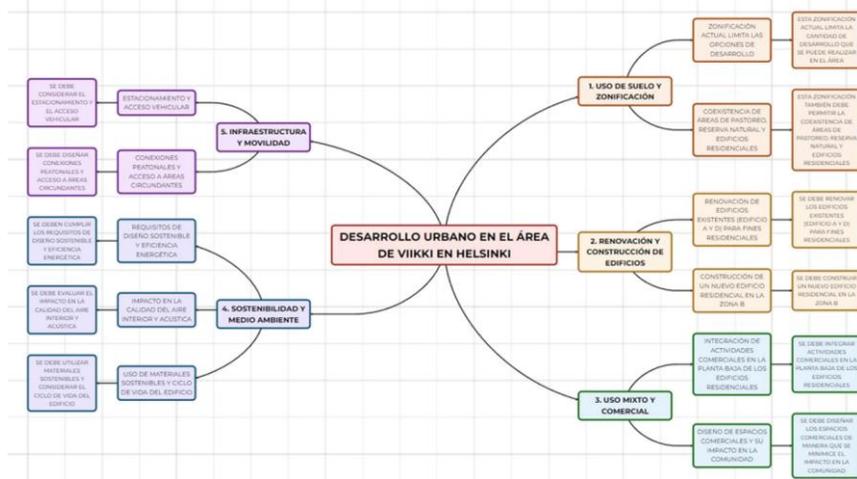
campus ha sido clave para crear un espacio educativo moderno, confortable y sostenible, alineado con las necesidades actuales y futuras de la comunidad universitaria.

En este capítulo plasmamos el proceso de planificación, de diseño, las pautas y determinantes que se establecieron para llevar a cabo este proyecto académico, a continuación se mostrará el proceso, acompañado de diagramas, esquemas o imágenes representativas de cada uno de los puntos a tratar.

- Se hace un diagrama de las estructuras correspondientes al proyecto y lo que cada una de ella requiere para llevar a cabo el desarrollo y ejecución del documento y proyecto arquitectónico, entre esas usos, estructura de movilidad, construcción de edificaciones, sostenibilidad y medio ambiente

Figura 79

Diagrama de estructuras



Nota. Elaboración propia.

### Detalles preliminares

El Proyecto cumple con la normativa establecida por el concurso, en donde nos especifica que se requiere una construcción nueva, la renovación de un edificio existente, el espacio público y la integración de todos los elementos.

Figura 6

Diagrama de Normatividad

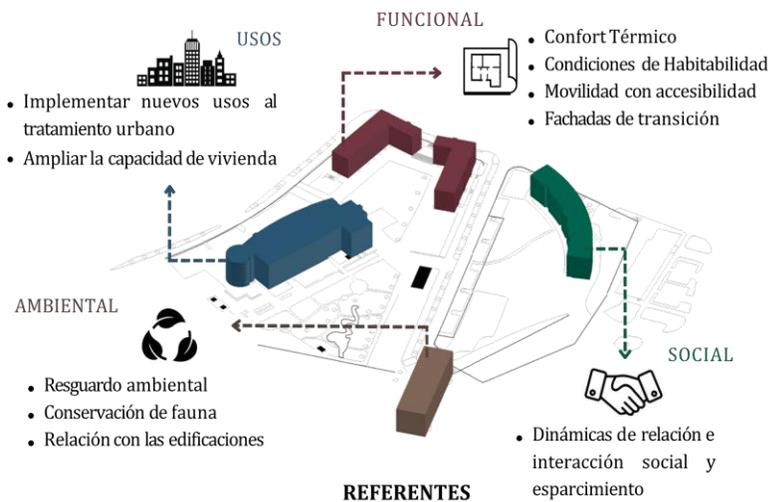


Nota. Elaboración propia.

- Teniendo en claro los requerimientos exigidos, pasamos a hacer un diagrama de zona en donde se especifica lo que se quiere lograr dentro del proyecto a nivel de usos, funcional, social, ambiental.

Figura 80

Diagrama de zona Polígono de intervención.

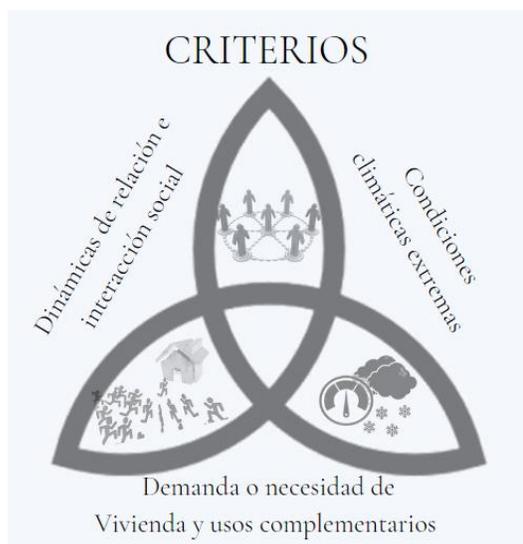


*Nota.* Elaboración propia.

- Se determinaron unos criterios de diseño y determinantes, que son los que rigen la estructura principal del proyecto en cuanto al diseño e implementación de conceptos y estatutos técnicos y teóricos

### Figura 81

#### *Criterios de diseño*



*Nota.* Elaboración propia.

### Figura 82

#### *Estrategias de Diseño*

**ESTRATEGIAS**

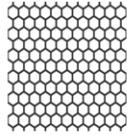
Relaciones  
Interpersonales



Condiciones  
Climaticas Extremas



Interfaz  
Publico Privada



Envolventes

*Nota.* Elaboración propia.

**Propuesta general**

Para la propuesta general del proyecto, se toman tres aspectos principales lo cuales son:

1. Mejorar la interacción y transmisión de información por medio de los espacios.
2. Garantizar el confort térmico y habitabilidad a través de las envolventes del edificio.
3. Ampliar la capacidad de vivienda para uso de la comunidad.

**Área de intervención**

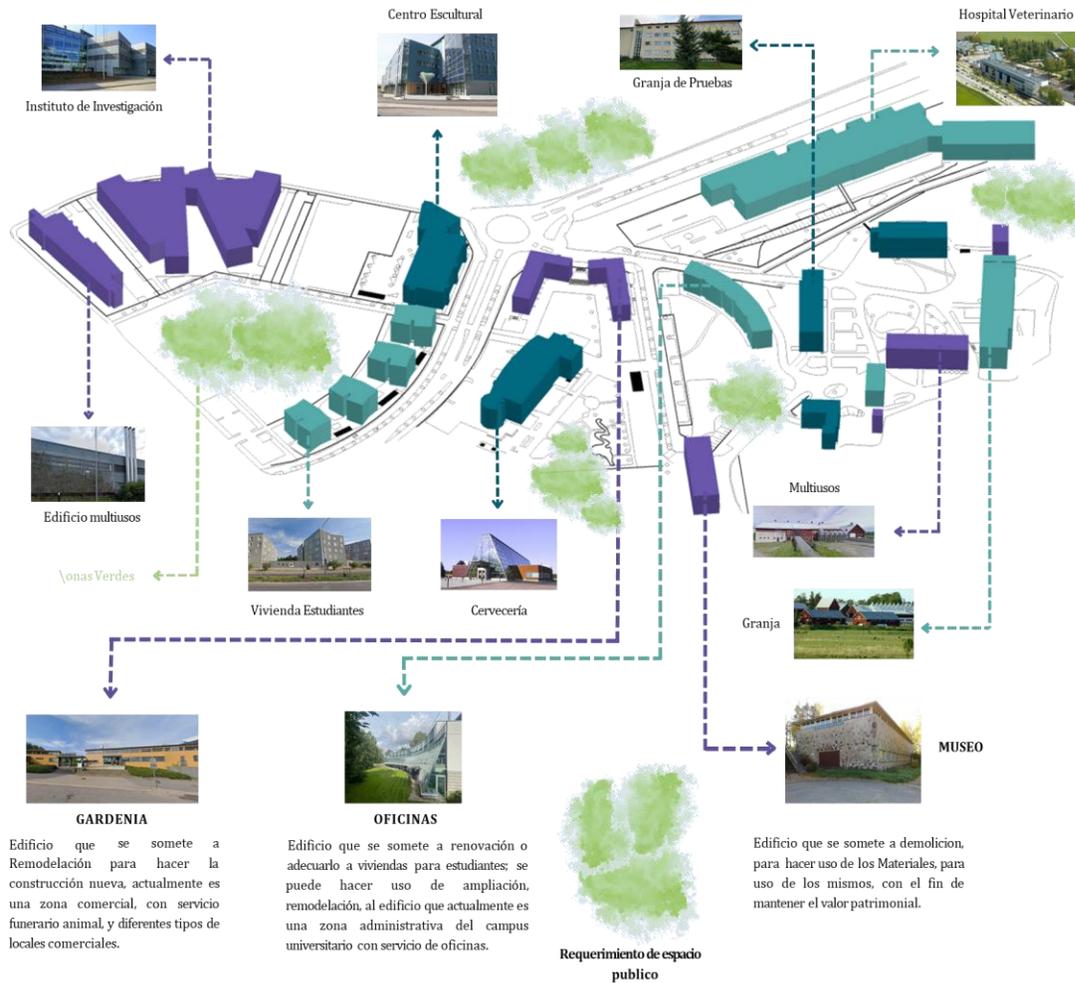
Para la propuesta de intervención, se toman los siguientes aspectos:

1. Implementar nuevos usos que complementen las actividades cotidianas
  2. Generar nuevas dinámicas de relación entre los espacios público y privados
  3. Generar nuevas dinámicas de circulación entre lo rural y lo urbano
- Se realiza un diagrama de zona, para identificar las edificaciones existentes, sus actuales usos, estados, contexto inmediato y de más características que representan el lugar de intervención.

*Figura 9*

Figura 83

Diagrama de zona



Nota. Elaboración propia.

### Diseño Arquitectónico

- Para iniciar con la metodología de diseño arquitectónico, primero debemos hacer el programa arquitectónico, que nos define los espacios que se requieren, sus características como lo son las dimensiones, las condiciones y la ocupación; Seguido de esto hacemos un organigrama espacial,

que es el elemento que nos compete para relacionar un espacio con otro, es decir los que van ligados o entrelazados entre sí.

**Figura 84**

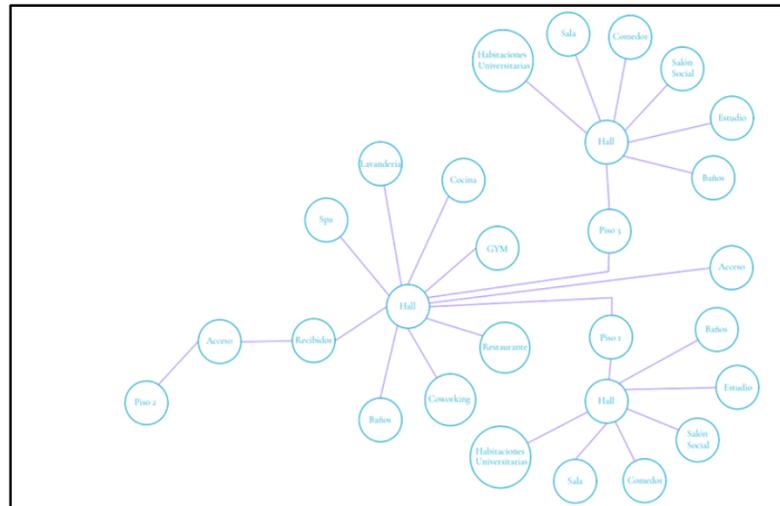
*Programa arquitectónico.*

TIPOS DE ESPACIOS	ESPACIO/ ZONIFICACION	CAPACIDAD	ZONAS
1ER PISO	HABITACIONES UNIVERSITARIOS	46	PRIVADO
	SALA	4	SOCIAL
	COMEDOR	2	SOCIAL
	SALON SOCIAL	2	SOCIAL
	ESTUDIO	2	SOCIAL
2DO PISO	GIMNASIO	1	SOCIAL
	LAVANDERIA	1	SOCIAL
	SPA	1	SOCIAL
	RESTAURANTE	1	SOCIAL
	COWORKING	4	SOCIAL
	CAFETERIA	2	SOCIAL
	BAÑOS	4	SOCIAL
3CER PISO	HABITACIONES UNIVERSITARIOS	46	PRIVADO
	SALA	4	SOCIAL
	COMEDOR	2	SOCIAL
	SALON SOCIAL	2	SOCIAL
	ESTUDIO	2	SOCIAL

*Nota.* Elaboración propia.

**Figura 85**

*Organigrama*

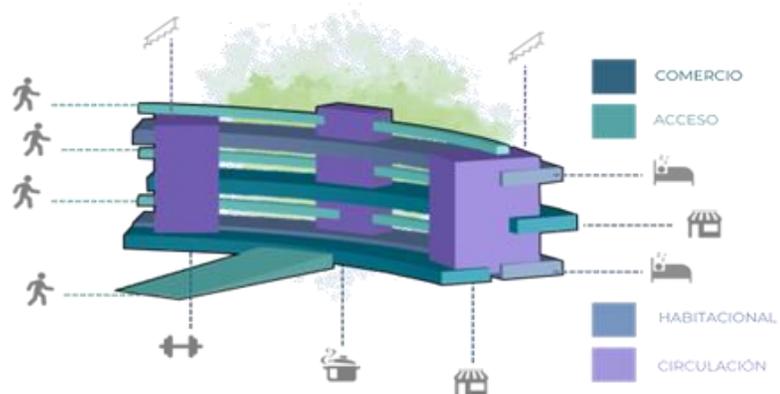


Nota. Elaboración propia.

- Teniendo en cuenta que ya realizamos la tabla del programa arquitectónico y el organigrama, y una vez definidos los usos (residencial, comercial), incluyendo también los espacios de circulación peatonal vertical y horizontal, el siguiente paso que hacemos es hacer una zonificación del elemento arquitectónico, donde también se ve reflejado un primer acercamiento volumétrico, entendiéndolo como elemento individual.

**Figura 86**

Zonificación

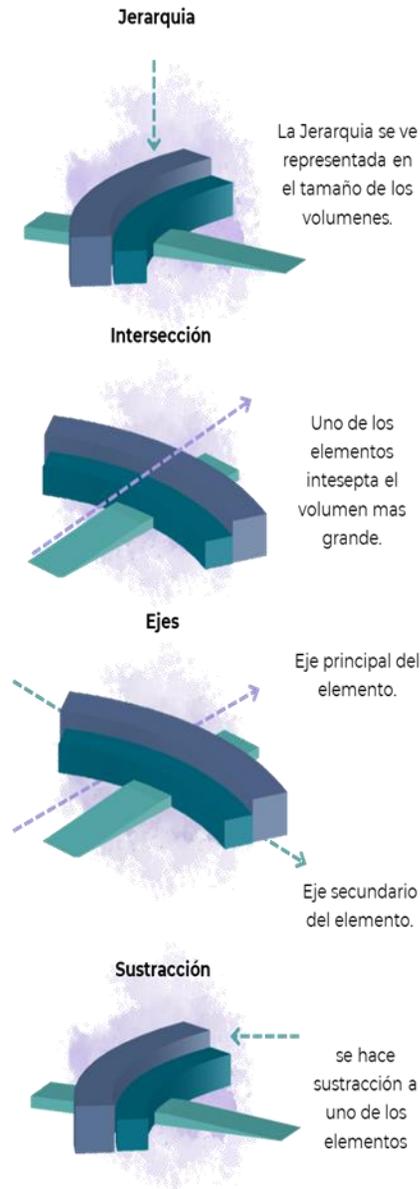


Nota. Elaboración propia.

- Con la ya mencionada primera intención de volumen, procedemos a tratar de definir la volumetría del edificio (debemos tener en cuenta que es un primer volumen o intención del elemento, pues dicho esto, cabe resaltar que se encuentra sujeta a cambios en volumen , forma, textura y los conceptos que se puedan aplicar a este.
  1. Se parte de la volumetría del edificio existente, para ser aplicada al edificio nuevo, con el fin de dar continuidad con la morfología existente en el terreno.  
  
luego este es sometido a unos intercambios de conceptos arquitectónicos, que se se ven aplicados a su forma, arrojando el resultado mostrado en la figura 10 y del que parte el diseño arquitectónico.

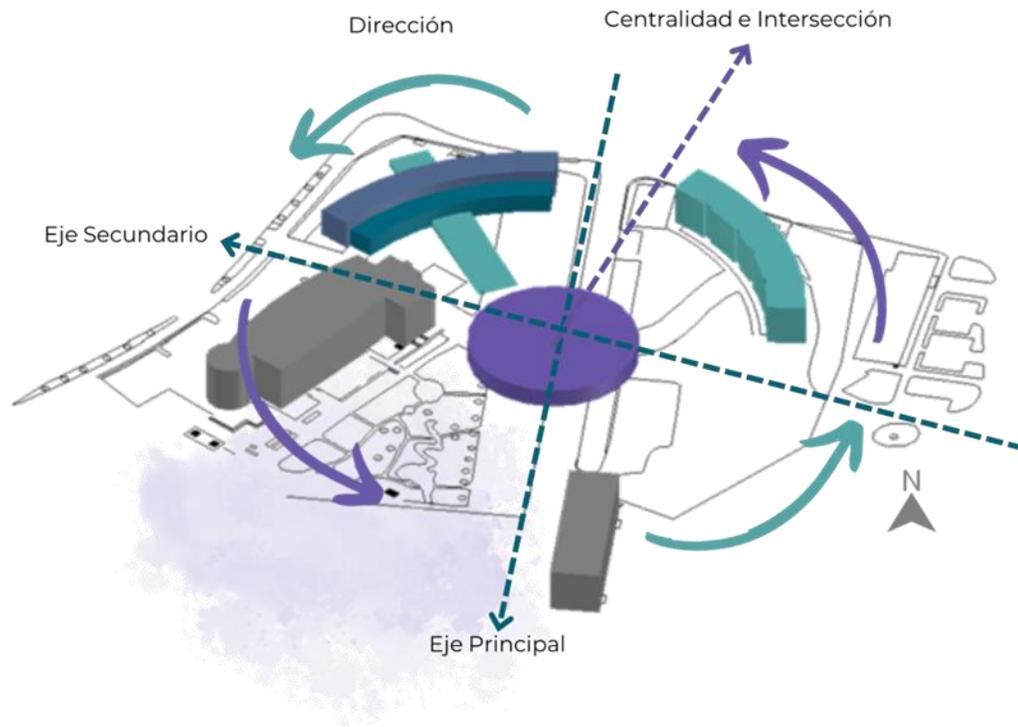
**Figura 87**

*Operaciones volumétricas*



*Nota.* Elaboración propia.

Este mismo proceso de definir conceptos a nivel volumétrico, la forma y la esencia con la característica que esta vez no será del edificio, si no el área de intervención , es decir a una escala más urbana, donde ya se le da un tratamiento al suelo, la interpretación del territorio ya se empieza a ver como un conjunto de elementos que componen una propuesta arquitectónica, con intenciones de diseño, orden y justificación.

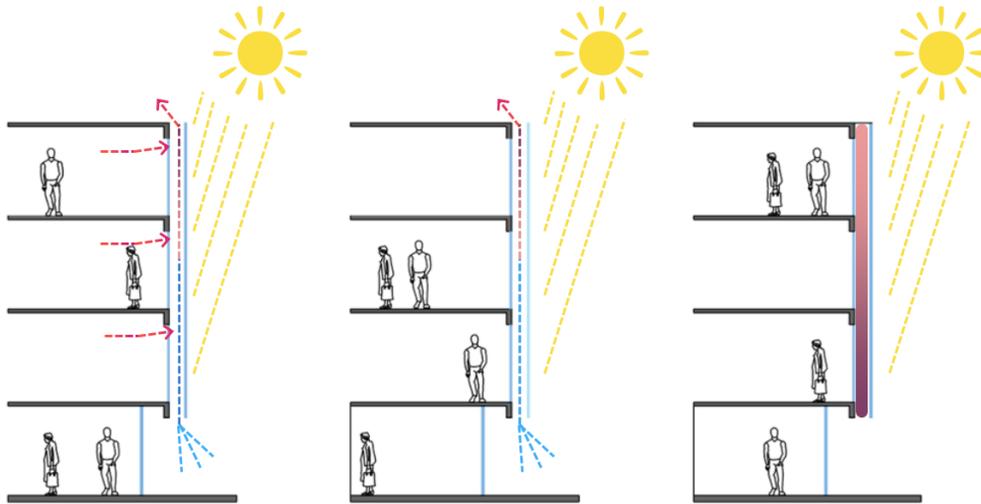
**Figura 88***Principios Ordenadores a nivel urbano*

*Nota.* Elaboración propia.

Para la aplicación de características, a este proyecto, y como ya se había mencionado helsinki posee condiciones climáticas que hacen que un diseño sea complejo para garantizar el confort térmico, para continuar con la línea investigativa, y ya mencionado el tema, pretendemos garantizar el confort térmico por medio de vidrio doble donde nos cree un almacenamiento de calor y sea este el que esparza a la edificación

para esto, preparamos unos análisis que soportan esta teoría.

**Figura 89***Manejo de energía térmica.*



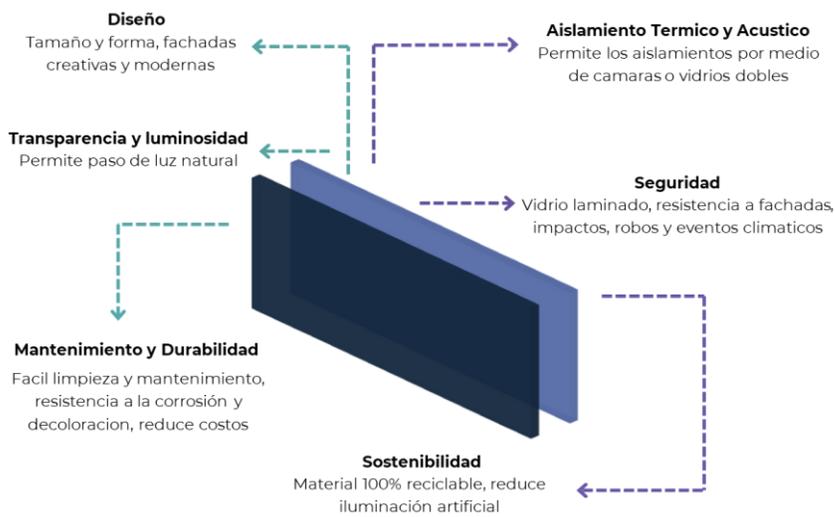
Su factibilidad se da en meses un como mas calientes climas cálidos, se usa como drenador de aire, funciona como efecto chimenea.

Su factibilidad se da en los meses mas frios, se usa como un acumulador de aire caliente, funciona como calentado natural.

*Nota.* Elaboración propia.

**Figura 90**

*Características y usos del Vidrio*



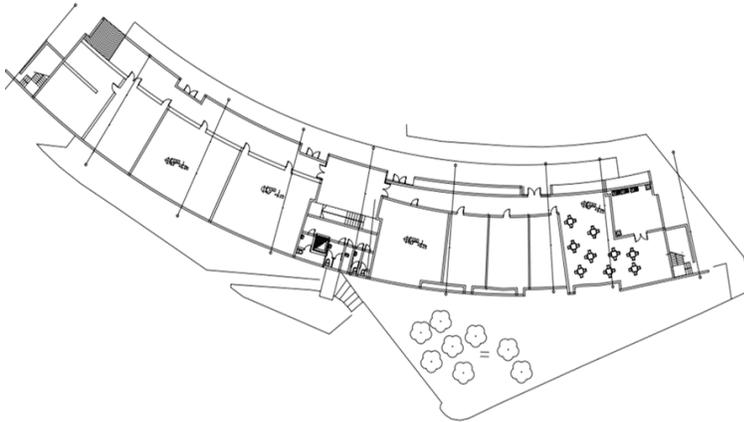
*Nota.* Elaboración propia.

## Planimetría

- Planimetría correspondiente al edificio existente, desde la figura 91 hasta la figura 100.

### Figura 91

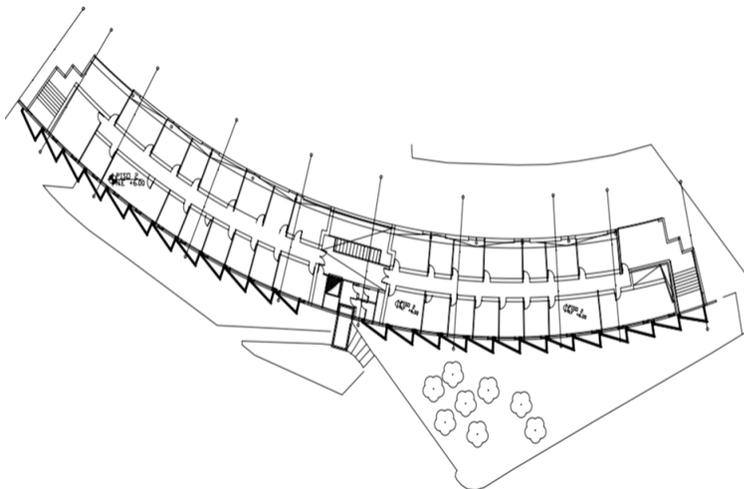
*Planimetría primer nivel.*



*Nota.* Elaboración propia.

### Figura 92

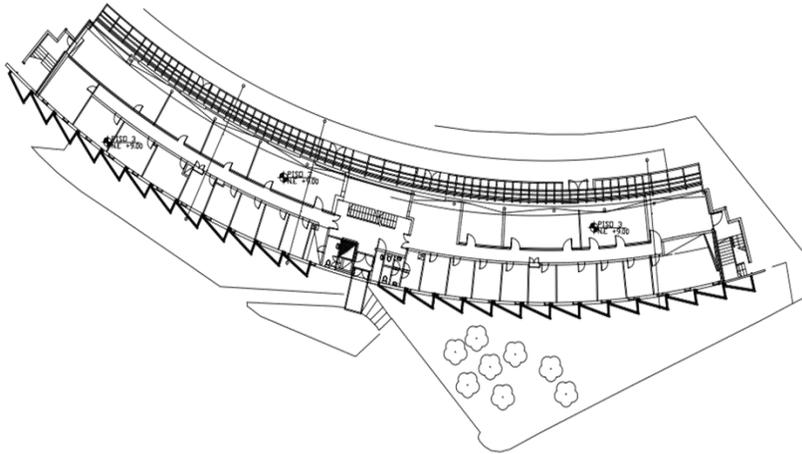
*Planimetría segundo nivel*



*Nota.* Elaboración propia.

**Figura 93**

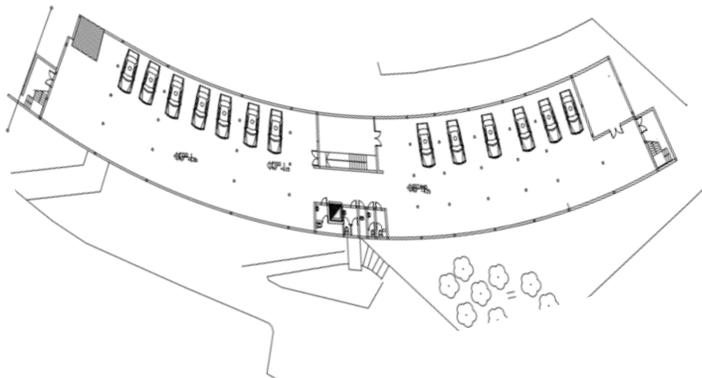
*Planimetría tercer nivel*



Nota. Elaboración propia.

**Figura 94**

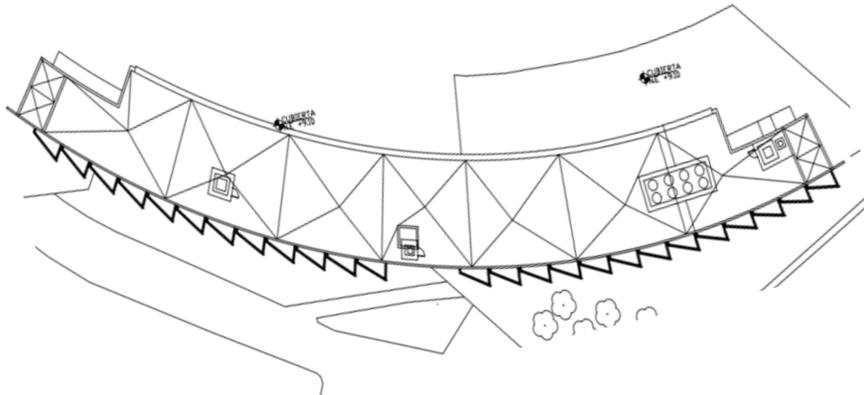
*planimetría Sótano*



Nota. Elaboración propia.

**Figura 95**

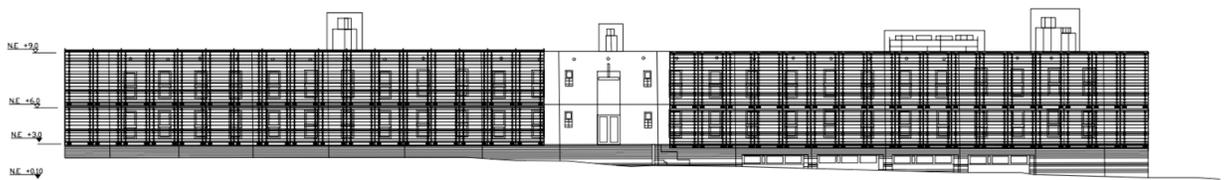
*Planta Cubiertas*



*Nota.* Elaboración propia.

**Figura 96**

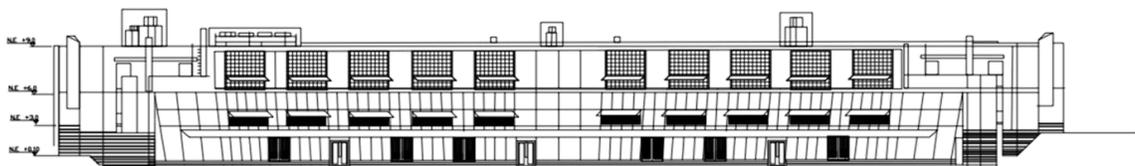
*Fachada Frontal*



*Nota.* Elaboración propia.

**Figura 97**

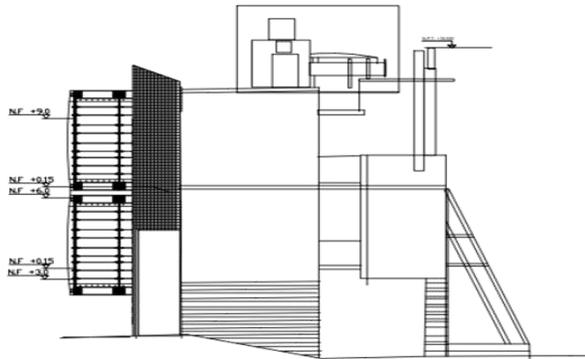
*Fachada Posterior*



*Nota.* Elaboración propia.

**Figura 98**

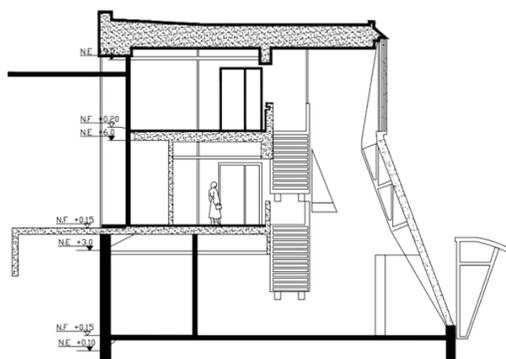
*Fachada lateral*



*Nota.* Elaboración propia.

**Figura 99**

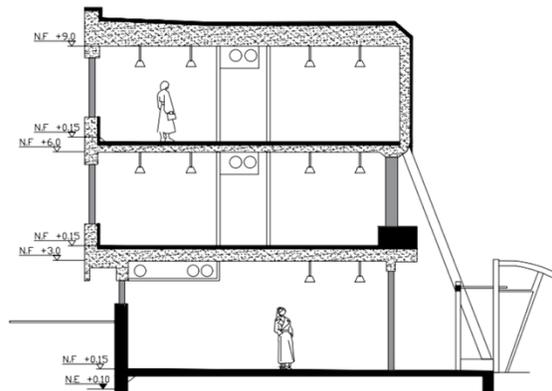
*Corte A*



*Nota.* Elaboración propia.

**Figura 100**

*Corte B*

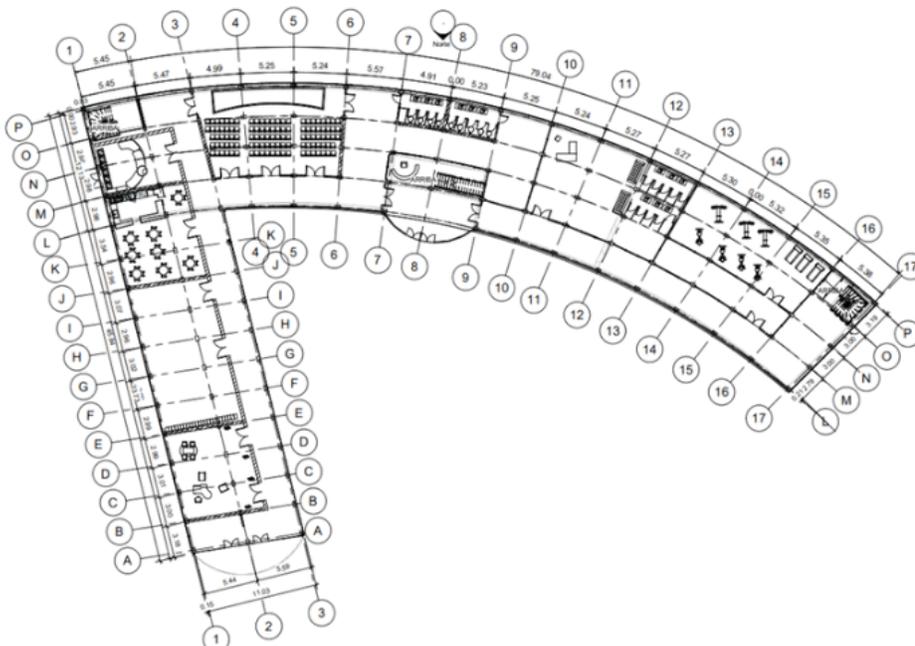


Nota. Elaboración propia.

- Planimetría del edificio nuevo desde la figura 101 hasta la figura 107.

**Figura 101**

*Planta primer nivel*



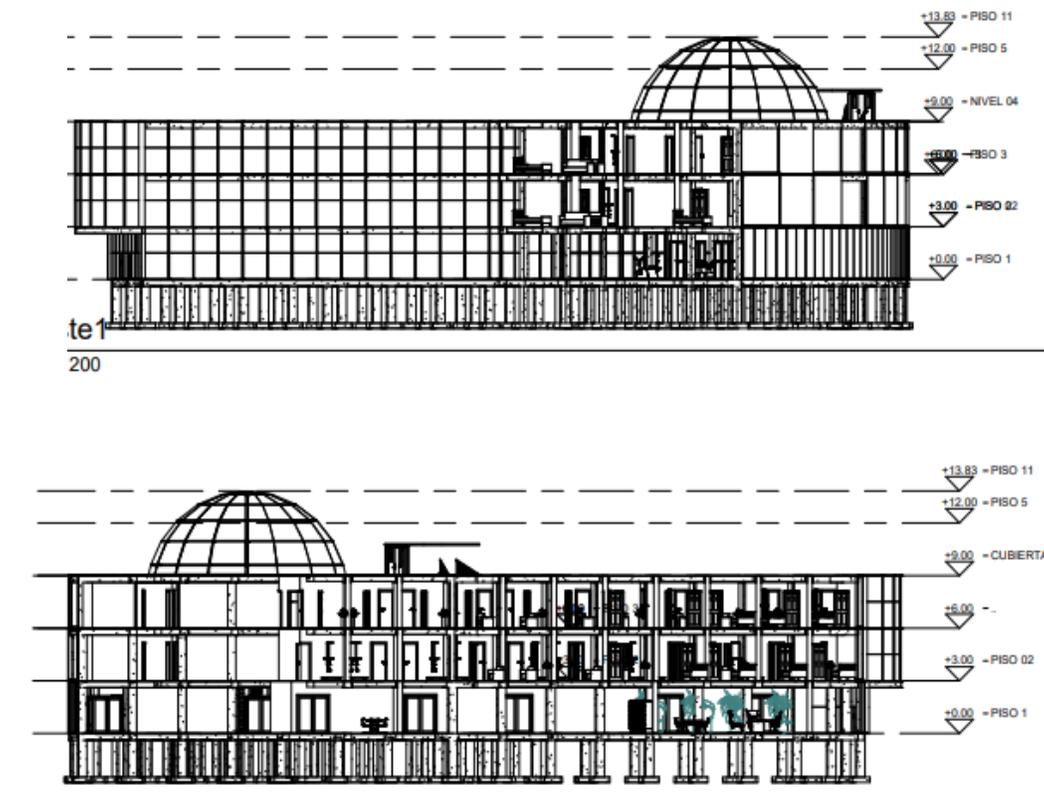
Nota. Elaboración propia.

**Figura 102**

*Planimetria segundo nivel*



Figura 104



Nota. Elaboración propia.

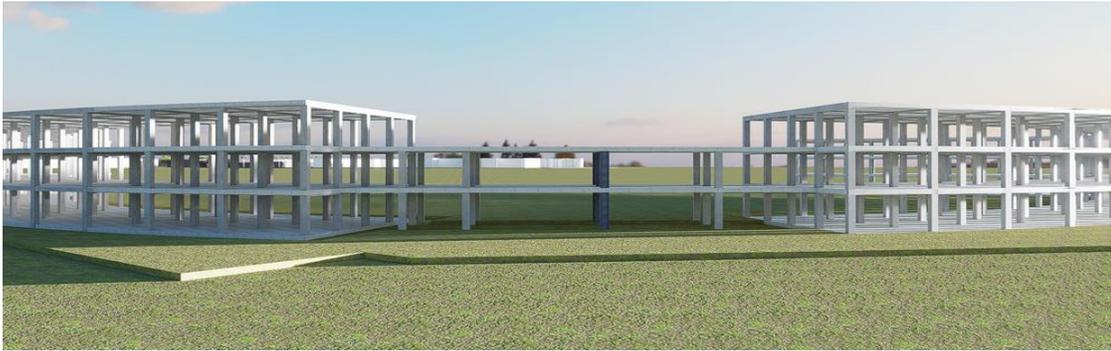
Figura 105

Estructura



Nota. Elaboración propia.

**Figura 106**



*Nota.* Elaboración propia.

### Conclusiones y Recomendaciones

La conclusión de una monografía desempeña un papel crucial al resumir y destacar los aspectos esenciales de la investigación. En primer lugar, es fundamental resumir los hallazgos clave y las conclusiones a las que se ha llegado a lo largo del trabajo. Esto proporciona a los lectores una visión general clara de los resultados obtenidos. Además, la conclusión debe reafirmar la tesis inicial o la pregunta de investigación planteada al comienzo del estudio, mostrando cómo los hallazgos respaldan y dan respuesta a esta tesis.

También es esencial resaltar la importancia de la investigación en el contexto más amplio, explicando por qué es relevante y valiosa. Se debe demostrar cómo la investigación contribuye al entendimiento del tema o al avance del campo de estudio. Además, si la investigación tiene aplicaciones prácticas, es relevante mencionarlas, ya que esto puede subrayar aún más su relevancia en la vida cotidiana.

Por otro lado, es importante reconocer las limitaciones de la investigación y señalar áreas que podrían necesitar futuras investigaciones. Esto muestra una comprensión crítica de la propia investigación y proporciona una base para investigaciones posteriores. Finalmente, la conclusión debe dejar una impresión duradera en el lector, reforzando los argumentos y hallazgos presentados en el cuerpo del trabajo y brindando una reflexión final sobre el tema. En resumen, una buena conclusión resume, refuerza, contextualiza y reflexiona sobre la investigación presentada en la monografía, dejando una impresión sólida en el lector.

### Lista de Referencia

- (Creswell, J. W. (2007). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches* (2nd ed.). Sage Publications. (pp. 33-40)
- (Kivinen & Tuomi, 2010, pp. 127-128)
- ¿Qué es la ISO 19650? - Espacio BIM: <https://www.espaciobim.com/iso-19650>
- Agustin Hernandez Aja (2010). *Clima , diseño y diversidad urbana en el uso de tres plazas en Madrid . Dpto Urbanistico y ordenacion del territorio DUyOT*
- <https://polired.upm.es/index.php/territoriosenformacion/article/view/1292/1516>
- Aldrin Velázquez. (2024). ¿Qué es la Investigación Exploratoria?. *QUESTION PRO*.
- <https://www.questionpro.com/blog/es/investigacion-exploratoria/>
- American Institute of Architects (AIA). (2020). *BIM Forum – AIA Contract Documents & Standards*.
- <https://network.aia.org/technologyinarchitecturalpracticeold/home/bimstandards>
- aqso. (2023). *sistemas estructurales*. <https://aqso.net/es/office/services/structural-systems>
- Arayici, Y., & Tekin, Z. (2015). *BIM for facility management: Applications and benefits*. *Journal of Information Technology in Construction*, 20(1), 1-24.
- Artículos académicos:
- Asociación Española de Normalización (UNE): <https://www.une.org/>
- Autodesk BIM Solutions: <https://www.autodesk.com/bim-360/>
- Azhar, N. (2017). *Building information modeling (BIM): Enabling offsite manufacturing (OSM) for improved construction outcomes*. *Journal of Engineering Project Management*, 31(1), 101-112.
- Azhar, N., oun, M., & Mohamed, A. (2017). *Building information modeling (BIM): Applications for construction*. Cham, Switzerland: Springer.

Benito Lauret Aguirregabiria. (2018). Muro cortina modular

Bergemann, T., & Kimoon, S. (2014). A review of research on building information modeling (BIM) for energy simulation. *Journal of Information Technology in Construction*, 19(2), 189-218. [se quitó una URL no válida]

BICONER (2011). Terms in BIM you should know – update. <https://bimcorner.com/22-terms-in-bim-you-should-know-update/>

BIMForum: <https://network.aia.org/browse/allrecentposts>

buildingSMART International. (2019). IFC4 Reference View 3.0.

[https://standards.buildingsmart.org/IFC/RELEASE/IFC4/ADD2\\_TC1/HTML/](https://standards.buildingsmart.org/IFC/RELEASE/IFC4/ADD2_TC1/HTML/)

buildingSMART International: <https://www.buildingsmart.org/>

Categoría:Edificios y estructuras por tipo. (2019, Mayo 11). En Wikipedia.

[https://es.wikipedia.org/wiki/Categor%C3%ADa:Edificios\\_y\\_estructuras\\_por\\_tipo](https://es.wikipedia.org/wiki/Categor%C3%ADa:Edificios_y_estructuras_por_tipo)

Chen, Q., & Altar, A. (2016). A framework for classifying building information model (BIM) uses in construction projects. *Journal of Management in Engineering*, 32(1), 04015007. [se quitó una URL no válida]

*Convenio número. (Año). Nombre del convenio. Entidad que lo emite [siglas]. Obtenido el día de mes de año. URL* <https://www.iso.org/standard/68078.html>

CORPORACIÓN DE TURISMO DE LAS ISLAS COOK. <https://cookislands.travel/supplier/casa-del-sol>

cosmos glass solution. (2023). Muro Cortina <https://cosmosglasssolution.com/productos/muro-cortina>

Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2008). *BIM handbook: Transitioning from paper to digital building design*. New York: John Wiley & Sons.

*Eastman, C., Teicholz, P., Siqueira, R., & Santos, S. (2011). BIM handbook: A guide to planning, managing, and constructing building projects using BIM. John Wiley & Sons.*

Goedert, J., & Staub-Zimmermann, S. (2017). Building information modeling (BIM) for facilities management: Case study of a Swiss hospital. *Journal of Building Engineering*, 11, 43-52. [se quitó una

URL no válida]

Guardian Industries Holdings. (2024). Beneficios del vidrio.

<https://www.guardianglass.com/la/es/why-glass/understand-glass/benefits-of-glass>

Helsinki. (2023, Octubre 16). En Wikipedia. <https://en.wikipedia.org/wiki/Helsinki>

HildebrandtGruppe. (2016, 21 de marzo). USOS DEL VIDRIO EN LA CONSTRUCCIÓN Y LA ARQUITECTURA. <http://www.hildebrandt.cl/usos-del-vidrio-en-la-construccion-y-la-arquitectura/>

<https://www.agefotostock.es/age/es/detalles-foto/arquitectura-terracota-fachada-masdar-instituto-ciencia-y-tecnologia-masdar-ciudad-abu-dhabi-emiratos-arabes-unidos/S09-2752770>

*Introducción EN ISO 19650 - BuildingSMART Spanish Chapter:*

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

*ISO 19650 BIM Building Information Modelling - BSI:* <https://www.bsigroup.com/es-ES/iso-19650/>

*ISO 19650-1:2019 - Organización y digitalización de la información en obras de edificación e ingeniería civil que utilizan BIM (Building Information Modelling). Gestión de la información al utilizar BIM (Building Information Modelling). Parte 1: Conceptos y principios:*

*ISO 19650-2:2020 - Organización y digitalización de la información en obras de edificación e ingeniería civil que utilizan BIM (Building Information Modelling). Gestión de la información al utilizar BIM (Building Information Modelling). Parte 2: Fase de entrega de los activos:*

<https://www.iso.org/standard/68080.html>

*ISO 19650-3:2020 - Organización y digitalización de la información en obras de edificación e ingeniería civil que utilizan BIM (Building Information Modelling). Gestión de la información al utilizar BIM (Building Information Modelling). Parte 3: Fase operativa de los activos:*

<https://www.iso.org/standard/75109.html>

ISO 19650-5:2020 - Organización y digitalización de la información en obras de edificación e ingeniería civil que utilizan BIM (Building Information Modelling). Gestión de la información al utilizar BIM (Building Information Modelling). Parte 5: Seguridad de la información: <https://www.iso.org/standard/74206.html>

Khosrowshahi, F., & Irizarry, J. (2017). BIM for sustainable design: A case study of a high-performance residential building. *Journal of Sustainable Building Design and Urbanism*, 8(1), 1-14.

Kymmell, A. (2016). BIM for dummies. Indianapolis, IN: John Wiley & Sons.

Lee, G., Park, H., & Hyun, S. (2011). BIM-based construction scheduling and cost estimation for a high-rise building project. *Journal of Automation in Construction*, 20(3), 437-447.

Lenntech B.V. All rights. (1998-2024). Qué es el vidrio y cómo se produce? <https://www.lenntech.es/library/glass.htm#ixzz8cQYSGQYN>.

Libros:

Megagloss reflecting inspiration. (2023). Transformación tvisión del cristal a la realidad [.https://www.megaglass.com.mx/es/](https://www.megaglass.com.mx/es/)

National Institute of Building Sciences (NIBS). (2015). National BIM Guide for Owners. [https://www.nibs.org/files/pdfs/NIBS\\_BIMC\\_NationalBIMGuide.pdf](https://www.nibs.org/files/pdfs/NIBS_BIMC_NationalBIMGuide.pdf)

Organización Internacional para la Estandarización (ISO): <https://www.iso.org/standard/70102.html>

PRODUCTOS. <https://www.vidrioandino.com/productos/cool-liter-sk>

Reynaers group. (2024). Muros cortina <https://www.reynaers.es/productos/muros-cortina>

Sáenz, C. (2016). Metodología de la investigación. Pearson Educación. (pp. 95-96)

Saint-Gobain. (2024). COOL-LITE® SKN 144 II <https://www.saint-gobain-glass.es/es/productos/cool-lite-skn-144-ii#descriptions>

Schüco. (2024). Fachadas y lucernarios

<https://www.schueco.com/es/arquitectos/productos/fachadas>

Siderperu.SISTEMAS ESTRUCTURALES DE UNA EDIFICACIÓN [Diapositivas de PowerPoint].

SISTEMAS ESTRUCTURALES DE UNA EDIFICACIÓN. <https://stgcomercial.blob.core.windows.net/file-container/20221017T04095336616.%20SISTEMAS%20ESTRUCTURALES%20DE%20UNA%20EDIFICACION%203%93N.pdf>

Sitios web:

TECHNAL. (2022). Sistema modular para muro cortina de vidrio

<https://www.tectonica.archi/materials/sistema-modular-para-muro-cortina-de-vidrio/>

U de Cataluña. (2024). BIM: Conceptos y metodologías. Título del Blog (en cursiva).

<https://www.ucatalunya.edu.co/blog/bim-conceptos-y-metodologias>

Vidrio Andino. (2020). VIDRIO ANDINO

Vidrio. (2024, Marzo 14). En Wikipedia. <https://es.wikipedia.org/wiki/Vidrio>

y doble piel de vidrio [Máster en Fachadas Tecnológicas y Envoltentes Sostenibles].

<https://masterfachadas.aq.upm.es/assets/muro-cortina-modular-y-doble-piel-de-vidrio.pdf>